ПОСОБІЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНІЯ

ФИЗИКИ

ВЪ ОБЪЕМѢ КУРСА СРЕДНИХЪ УЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ.

Систематическій рядъ вопросовъ для приготовленія урока и повторенія курса.

Составилъ **А. В. ЗОННЪ**.

Заслужен. преподователь 2-й С.- Петербургской гимназіи.

Выпускъ 2-й.

Тепло. –Магнитизмъ.—Электричество.—Волнообразныя движенія.—Звукъ.—Свѣтъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Б. Г. Янпольскаго, Демидовъ пер, д. № 5

1879.

Дозволено Цензурою. С.-Петербургъ. 8 Ноября 1879 года.

ОГЛАВЛЕНІЕ 2-го Выпуска,

ТЕПЛО.

ОСНОВНЫЯ ПОНЯТІЯ.

1. Какими словами различаются ощущенія, которыхъ причина названа тепломъ?

2. Какими опытами можно убѣдиться, что ощущенія не могутъ служить для точнаго сравненія степеней тепла? Какіе факты доказываютъ, что они зависятъ отъ вещества тѣла и отъ различныхъ условій, при которыхъ мы сами находимся во время прикосновенія къ тѣлу?

3. Какія дѣйствія имѣетъ тепло на всѣ тѣла природы?— Которыя изъ этихъ дѣйствій происходятъ постепенно, и которыя наступаютъ только при опредѣленной степени нагрѣванія тѣла?

4. Какими дѣйствіями тепла воспользовались для опредѣленія *постоянныхъ* точекъ термометра, и съ какими температурами сравниваются всѣ остальныя степени тепла?

5. Какими путями тепло передается отъ одного тѣла къ другому?

6. Объясните: какъ вы себѣ представляете переходъ тепла отъ одного тѣла къ другому на основаніи проводимости?—Если эту передачу тепла разсматривать какъ теченіе, то по какому направленію происходитъ этотъ тепловой токъ?

7. Какое вліяніе на нагрѣваніе имѣетъ перемѣщеніе болѣе теплыхъ частей тѣла относительно менѣе теплыхъ, какъ это напр: бываетъ при нагрѣваніи дна сосуда, содержащаго какую нибудь жидкость?

8. Приведите примѣры, когда тепло отъ одного тѣла къ другому передается *лученіемъ*.

9. Какая среда служитъ посредницею при передачи тепла лученіемъ?—Нагрѣвается ли сама среда и какимъ образомъ представляютъ себѣ въ ней передачу тепла?

10. Какъ называется тепло, переданное лученіемъ, и при всякой ли температурѣ тѣло способно передавать тепло этимъ путемъ?

РАСШИРЕНІЕ ТѢЛЪ.

1. Какъ объяснить, что уменьшеніе длины гутаперчевой палочки и уменьшеніе объема кусковъ глины и дерева не составляютъ исключенія изъ общаго свойства тѣлъ: расширяться отъ нагрѣванія?

2. Какъ измѣняется объемъ воды при нагрѣваніи ея отъ 0^o до 4^o C, и составляетъ ли это явленіе исключеніе изъ вышеприведеннаго общаго свойства тѣлъ?

3. Въ чемъ состоитъ различіе между *линейнымъ* и *кубическимъ* расширеніями тѣлъ, и въ какихъ тѣлахъ разсматриваются оба рода этихъ расширеній?

4. На какомъ основаніи допускается, что линейное и кубическое расширенія однородныхъ твердыхъ тѣлъ совершаются прямо пропорціонально ихъ нагрѣванію?

Линейное расширеніе.

1. Если длина желѣзнаго прута при 0^o равна 7,342 метра, а при 25^o она = 7,3443 метра, то на сколько увеличилась длина прута отъ нагрѣванія на 25^o, и на 1^o?—Какъ велико отношеніе линейнаго расширенія прута на 1^o къ длинѣ его при 0, и какъ называется это число?

2. Какою формулою выражается коефф. линейнаго расширенія = k, если длины шеста при 0^o и t^o соотвѣтственно равны l_0 и l', и какой формулою выразится l' при помощи l_0, k и t?

3. Если при температурахъ t и t′ длины шеста соотвѣтственно равны l и l′, то какою формулою выразится l′ помощью l, k, t и t′? Какъ упрощается предъидущая формула?

4. Какія условія должны быть соблюдены при устройствѣ

приборовъ для измѣренія коефф. линейнаго расширенія твердыхъ тѣлъ?

5. Какимъ образомъ при этихъ измѣреніяхъ достигается, чтобы температура шеста по всей его длинѣ, въ моментъ ея измѣренія, была одинакова, и возможно ли этого достигнуть при всякой температурѣ?

6. Какимъ образомъ устраняется вліяніе тепла на измѣрительный приборъ?

7. Какая группа веществъ имѣетъ наибольшіе коефф. линейнаго расширенія?

8. Какое твердое вещество расширяется сильнѣе металловъ?

ИЗМѢРЕНІЕ ЛИНЕЙНАГО КОЕФФИЦЕНТА РАСШИРЕНІЯ.

1) способъ Лапласа и Лавуазье.

1. На какой идеѣ основанъ способъ опредѣленія линейнаго расширенія, употребленный *Лапласомъ* (Laplace) и *Лавуазье* (Lavoisier)?

2. Для чего масштабъ находился на большомъ разстояніи отъ сосуда, въ которомъ нагрѣвался испытуемый шестъ?

3. Опишите устройство всего прибора; укладку шеста въ сосудѣ; механизмъ для передачи удлиненія шеста къ зрительной трубѣ, и установку сей послѣдней при 0^o.

4. Какія части прибора должно было предварительно измѣрить?—Какъ производились наблюденія расширенія шеста? Какъ наблюдалась температура?—Изъ какихъ величинъ вычислялось удлиненіе шеста? Какъ изъ сдѣланныхъ измѣреній можно было опредѣлить коефф. линейнаго расшир. матеріала испытуемаго шеста?

2) способъ Роа и Рамздена.

1. Въ чемъ состояла идея для опредѣленія линейнаго расширенія шеста предложенная *Рамзденомъ* (Ramsden), и какъ ею воспользовался *Роа* (Roy) для опредѣленія коефф. линейнаго расширенія?

2) Изъ сколькихъ сосудовъ состоялъ приборъ *Роа*?—Какое назначеніе имѣли эти сосуды?—Какъ былъ уложенъ испытуемый шестъ въ сосудѣ?—Какъ было устранено вліяніе тепла испытуемаго шеста на масштабы?—Какъ измѣрялась температура испытуемаго шеста?—Какъ измѣрялось удлиненіе его?—Изъ какихъ измѣренныхъ величинъ вычислялся коефф. расширенія матеріала шеста?

Кубическое расширеніе твердыхъ тѣлъ.

1. Всегда ли расширенія твердаго тѣла по всѣмъ напра-

вленіямъ одинаково, и при какомъ только условіи формы одного и того же тѣла при различныхъ температурахъ могутъ считаться *подобными?*

2. Если v_0 и v означаютъ объемы какого нибудь однороднаго тѣла при 0^0 и t^0, то какою формулою выразится коэфф. кубическаго расширенія вещества этого тѣла?

3. Какимъ образомъ вычисляется отношеніе между кубическимъ и линейнымъ коэффиціентами расширенія одного и того же вещества, и при какомъ условіи это отношеніе можетъ быть принято = 3?

4. Какимъ образомъ должна измѣняться *плотность* вещества тѣла при измѣненіи его температуры?

5. Какою формулою выразится удѣльный вѣсъ вещества d при темпер. t^0, если куб. коэфф. расширенія вещества = K, а удѣльный вѣсъ того же вещества при 0^0 есть d_0?

6. Какимъ опытомъ доказывается, что емкость сосуда отъ нагрѣванія увеличивается?

7. Какого объема должно быть тѣло, состоящее изъ вещества сосуда, чтобы отъ нагрѣванія на одно и тоже число градусовъ расширеніе этого тѣла было равно расширенію емкости сосуда?

8. Если при 0^0 емкость сосуда = u_0, коэф. куб. расшир. вещества сосуда = K, то какъ выразится емкость того же сосуда = U при t^0?

9. Почему употребленію послѣдней формулы предпочитается непосредственное опредѣленіе коэфф. расширенія сосуда, въ особенности, если этотъ сосудъ сдѣланъ изъ стекла?

10. Можно ли коэфф. расширенія металла считать постоянною величиною также при высшихъ температурахъ, и какую особенность представляетъ сталь въ этомъ отношеніи?

ПРИЛОЖЕНІЕ РАСШИРЕНІЯ ТВЕРДЫХЪ ТѢЛЪ.

1) Металлическій термометръ.

1. Какимъ образомъ измѣняется отъ нагрѣванія видъ прямой полоски, состоящей изъ двухъ спаянныхъ или скрѣпленныхъ по длинѣ своей разнородныхъ полосокъ?—Какъ измѣняется видъ цилиндрической спирали, состоящей изъ спаянныхъ подлинѣ металлическихъ лентъ?

2. Какъ воспользовался *Брегетъ* (Bréguet) такою спиралью для устройства своего маталлическаго термометра?

3. Начертите вертикальное сѣченіе этого прибора.—Изъ какихъ металловъ состояла лента его спирали, и для чего въ ней взято было три разнородныхъ металла?—Какой металлъ находился на наружной, и какой—на внутренней сторонѣ спирали?

4. Какъ назначались градусныя дѣленія на предъидущемъ приборѣ?—Какая сила въ немъ противодѣйствуетъ нагрѣванію спирали?—Можно ли этотъ приборъ назвать термометромъ въ строгомъ смыслѣ?—Почему этотъ приборъ болѣе чувствителенъ, чѣмъ обыкновенный ртутный термометръ, но рѣже употребляется, чѣмъ сей послѣдній?

2) Пирометръ Веджвуда.

1. Какимъ свойствомъ глины воспользовался *Веджвудъ* (Wedgwood) для измѣренія высокихъ температуръ?

2. Какъ устроенъ станокъ этого прибора, для укладыванія раскаленнаго глиненаго цилиндра?

3. Какой температурѣ соотвѣтствовалъ 0^0 шкалы этого пирометра, и какому числу градусовъ ртутнаго термометра соотвѣтствовало каждое дѣленіе шкалы?

4. Почему показанія этого термометра несравнимы съ показаніями ртутнаго термометра, и можетъ ли этотъ приборъ служить для научныхъ цѣлей?

3) Рѣшетчатый уравнительный маятникъ.

1. Въ какой зависимости находится время качанія маятника отъ температуры окружающей среды?

2. Какую цѣль требуется достигнуть устройствомъ *уравнительнаго* маятника?

3. Какъ устроенъ уравнительный маятникъ, котораго стер-

женъ имѣетъ видъ рѣшетки (Rostpendel), если эта рѣшетка составлена изъ желѣзныхъ и цинковыхъ прутьевъ?

4. Всѣ ли прутья рѣшетки имѣютъ вліяніе на измѣненіе положенія центра качанія маятника?

5. Для чего прутья расположены въ рѣшеткѣ симетрично относительно вертикальной линіи, проходящей черезъ точку привѣса маятника?

6. При какомъ отношеніи между длинами прутьевъ центръ качанія маятника не будетъ измѣнять своего положенія при измѣненіи температуры?

7. Какого вида долженъ быть такой уравнительный маятникъ, когда рѣшетка его сдѣлана изъ стальныхъ и мѣдныхъ прутьевъ?

4) Компензація въ карманныхъ часахъ.

1. Какого вида компензація въ карманныхъ часахъ, предложенная Брегетомъ?

2. Если дуги, составляющія компензацію, сдѣланы изъ латуни и стали, то который металлъ обращенъ къ центру дугъ?

3. Для чего на концахъ дугъ компензаціи находятся передвижныя гирьки?

4. Какъ объясняется дѣйствіе этой компензаціи?

РАСШИРЕНІЕ ЖИДКОСТЕЙ.

1. Опишите опытъ, доказывающій расширеніе сосуда.

2. Какое расширеніе жидкости называется видимымъ и какое—истиннымъ?

3. Какимъ образомъ истинное расширеніе жидкости опредѣлится изъ видимаго ея расширенія и изъ расширенія сосуда?

4. Почему расширеніе сосуда не разсчитывается по коефф. расширенія его матеріала, но опредѣляется непосредственно изъ опытовъ?

5. Чтобы разсчитать расширеніе сосуда, то что для этого необходимо знать?

6. Для какой жидкости коефф. расширенія былъ опредѣленъ независимо отъ расширенія сосуда?

ОПРЕДѢЛЕНІЕ ИСТИННАГО КОЕФФ. РАСШИРЕНІЯ РТУТИ.

1. На основаніи какихъ законовъ *Дюлонгъ* (Dulong) и *Пти* (Petit) опредѣлили коефф, расшир. ртути независимо отъ расширенія сосуда?

2. Опишите устройство употребленнаго ими прибора и объясните: какъ подвергались сообщающіеся сосуды различнымъ температурамъ? — Почему жидкости въ сосудахъ не смѣшивались? Отъ какого мѣста отсчитывались высоты ртутныхъ столбовъ въ сосудахъ, и почему эту начальную точку высотъ можно было избрать произвольно внѣ самаго прибора?

3. Какимъ образомъ *Дюлонгъ* и *Пти* измѣряли температуры?

4. Какимъ образомъ изъ сдѣланныхъ наблюденій вычислялся истинный коефф. расшир. ртути? — Какъ велико это число и между какими температурами оно можетъ считаться постояннымъ?

ОПРЕДѢЛЕНІЕ КОЕФФИЦІЕНТА РАСШИРЕНІЯ СОСУДА.

1. Пусть вѣсъ сосуда, состоящаго изъ цилиндрической трубки съ придутымъ къ ней резервуаромъ $= 12$ граммъ, вѣсъ сосуда со ртутью до верхняго края трубки при $0^\circ = 120$ гр., вѣсъ сосуда со ртутью до нижняго края трубки, также при $0^\circ = 117$ гр., то какъ велико отношеніе между емкостями трубки и резервуара сосуда, считаемаго до нижняго края трубки? [Отв. 0,02857.]

2. Если трубка, между верхнимъ и нижнимъ ея краями, раздѣлена на 100 равныхъ частей, то какъ велико отношеніе емкости каждаго дѣленія трубки къ емкости резервуара?

3. Пусть ртуть при нагрѣваніи отъ 0° до 30° поднялась отъ нижняго края трубки до 16-го дѣленія ея, то какую долю емкости резервуара составляетъ видимое расширеніе ртути въ трубкѣ сосуда? [Отв. 0,0045712 объем. резерв.]

4. Если истин. коеф. расшир. ртути $= \frac{1}{5550}$, то какъ велико истинное расширеніе ртути въ предъидущемъ опытѣ?
[Отв. 0,0054054 объем. резерв.]

5. Какъ великъ коефф. расширенія разсматриваемаго сосуда? — [Отв. 0,0000278.]

6. На какую долю дѣленія трубки расширяется сосудъ отъ нагрѣванія на 1°? [Отв: 0, 1.]

ОПРЕДѢЛЕНІЕ ИСТИННАГО КОЕФФИЦІЕНТА РАСШИРЕНІЯ ЖИДКОСТИ.

1. Если для опредѣленія истиннаго расширенія, напр. спирта, въ предъидущій сосудъ налито этой жидкости столько, что при 0° уровень ея стоитъ противъ 18-го, а при 15° противъ 67-го дѣленія трубки, то какое число дѣленій трубки выражаетъ объемъ спирта при 0°? Какое число этихъ дѣленій выражаетъ видимое, и какое ихъ число выражаетъ истинное расширеніе спирта, принимая расшир. сосуда на $1^\circ = 0, 1$?

2. Какое число вычисляется изъ предъидущихъ данныхъ для истиннаго коефф. расшир. спирта? [Отв: 0,000957.]

Особое свойство воды.

1. Можно ли вообще принять, что расширеніе жидкости между двумя температурами происходитъ равномѣрно?

2. Какую особенность представляетъ расширеніе воды, и при помощи какого прибора можно убѣдиться въ этомъ особомъ свойствѣ воды?

3. Какое вліяніе имѣетъ разсматриваемое свойство воды на замерзаніе рѣкъ и озеръ?

4. Какимъ образомъ вліяютъ на это свойство соли, растворенныя въ водѣ, и имѣетъ ли морская вода наибольшую плотность также при температурѣ, которая выше точки ея замерзанія?

РАСШИРЕНІЕ ГАЗОВЪ.

1) Способъ Гю-Люссака (Gay-Lussac).

1. Опишите приборъ *Гю-Люссака* для опредѣленія коэф. расшир. газовъ.—Какое число должно быть предварительно измѣрено для этого прибора? Какъ отдѣляется объемъ испытуемаго газа отъ внѣшняго воздуха?—Въ какихъ единицахъ измѣряются объемы газа въ этомъ приборѣ, и какимъ образомъ эти объемы могутъ быть отнесены къ одному и тому же давленію атмосферы?

2. Какъ Гю-Люссакъ высушивалъ испытуемый газъ?

3. Какимъ образомъ производились опыты, и какими законами выразилъ Гю-Люссакъ выведенные изъ нихъ результаты?

4. Въ какомъ отношеніи законы Гю-Люссака не вполнѣ оправдались позднѣйшими наблюденіями, и какимъ газамъ соотвѣтствуютъ наименьшіе коэфф. расширенія?

5. Какъ измѣняется коэфф. расширенія газа при его сгущеніи, и какой газъ представляетъ въ этомъ отношеніи обратное свойство?

6. Какъ измѣняются коэфф. расширенія газовъ при приближеніи къ переходу въ жидкое состояніе?

7. Какъ великъ коэф. расшир. воздуха и на сколько отъ него отличаются коэфф. расширенія другихъ газовъ?

2) Способъ Реньо (Regnault).

1. Опишите устройство прибора Реньо для измѣренія расширенія газовъ?

2. Какимъ образомъ Реньо наполнялъ сосудъ своего прибора сухимъ воздухомъ, или газомъ?

3. Какимъ образомъ достигалось, чтобы объемы газовъ измѣрялись всегда при одномъ и томъ же давленіи?

4. Въ какой части прибора измѣрялось расширеніе газа, и какое число для этой части прибора должно было быть предварительно измѣрено?

5. Какимъ образомъ можно было на томъ же приборѣ измѣрить расширеніе газа при давленіи, большемъ атмосфернаго?

6. Какъ должно измѣнить способъ наблюденія, чтобы возможно было измѣрить упругость газа, занимающаго одинъ и тотъ же объемъ при различныхъ температурахъ?

7. Какіе результаты вывелъ Реньо изъ своихъ наблюденій?

НОРМАЛЬНЫЙ ТЕРМОМЕТРЪ.

1. Если приготовить нѣсколько термометровъ, подобныхъ ртутному, но съ различными жидкостями, затѣмъ, отмѣтивъ ихъ показанія напр. при 0° и 20°, раздѣлить каждую трубку между означенными на ней двумя точками на одинаковое число равныхъ частей, то будутъ ли показанія этихъ приборовъ согласоваться при темпер. между 0° и 20°, хотя бы мы приняли во вниманіе расширенія сосудовъ?

2. Существуетъ ли общій законъ, по которому измѣняется расширеніе веществъ съ измѣненіемъ температуры?

3. Почему газовые термометры, въ особенности водородный, принимаются за самые вѣрные термометры?

4. Какое нынѣ ставится требованіе, которому должны удовлетворять термометры?

5. Какъ понимать выраженіе: *„термометры должны быть сравнимы между собою“*, и отъ какихъ обстоятельствъ зависятъ показанія каждаго отдѣльнаго термометра?

6. На основаніи какихъ опытовъ Реньо заключилъ, что ртутные термометры несравнимы между собою?

7. Если коэф. расшир. сосуда $=0{,}0000278$, коэф. расшир. ртути$=0{,}0001801$, а коэф. расшир. воздуха $=0{,}003665$, то во сколько разъ вліяніе расшир. оболочки въ ртутномъ термометрѣ больше, чѣмъ въ воздушномъ?— Чему равно вліяніе расшир. оболочки въ каждомъ изъ этихъ приборовъ?

8. Къ какому результату пришелъ Реньо относительно вліянія сорта стекла на воздушный термометръ?

9. Опишите устройство воздушнаго термометра Реньо и объясните употребленіе его при наблюденіи температуры.

10. Какимъ образомъ опредѣляется въ этомъ приборѣ отношеніе емкости одного дѣленія шкалы къ емкости сосуда?

11. Какимъ образомъ во время наблюденія температуры трубка съ дѣленіями удерживается при постоянной температурѣ?

12. Къ какому давленію приводятся всѣ наблюденія на воздушномъ термометрѣ, и почему это необходимо?

13. Къ какимъ результатамъ привело сравненіе показаній ртутныхъ и спиртовыхъ термометровъ съ воздушнымъ?

14. При какихъ температурахъ выгодно употреблять спиртовые термометры?

15. Какой приборъ, на основаніи предъидущаго, принять за *нормальный* термометръ?

16. Какія практическія неудобства встрѣчаетъ употребленіе воздушнаго термометра?

ПОНИЖЕНІЕ 0° ВЪ РТУТНОМЪ ТЕРМОМЕТРѢ.

1. Какое явленіе наблюдается, когда ртутный термометръ, по прошествіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ послѣ приготовленія, снова погружается въ тающій ледъ?

2. Чему приписывается предъидущее явленіе, и должно ли полагаться на то, что по прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ оно болѣе обнаружиться не можетъ?

ПРИВЕДЕНІЕ ИЗМѢРЯЕМОЙ ВЫСОТЫ БАРОМЕТРА КЪ 0°.

1. Если наблюденіе барометра сдѣлано при t^0, то по какой формулѣ вычисляется соотвѣтствующая ему высота при 0^0, и какой простѣйшій видъ дается этой формулѣ?

2. Какимъ образомъ при отчетѣ высоты барометра берется во вниманіе расширеніе масштаба.

ТЕЧЕНІЕ ВОЗДУХА ВЪ ПЕЧНЫХЪ ТРУБАХЪ И ТОПКА ПЕЧЕЙ.

1. Какъ объясняется теченіе воздуха и дыма въ трубѣ фабричной печи во время горѣнія угля или дерева въ горнѣ ея?—Отъ чего зависитъ сила тяги? Какая цѣль усиленія тяги при фабричныхъ производствахъ?

2. Опишите устройство каминовъ, и объясните главное ихъ назначеніе въ жилыхъ покояхъ.

3. Опишите устройство комнатныхъ изразцовыхъ печей.—Для чего въ нихъ избѣгается слишкомъ сильная тяга?—Какимъ образомъ нагрѣвается такая печь?—Для чего служатъ дверцы и вьюшки?—Какое назначеніе двойной вьюшки?—Отъ чего происходитъ угаръ и какъ избѣгать его?—Отчего эти печки часто дымятся, и гдѣ это чаще наблюдается: въ верхнихъ или нижнихъ этажахъ?—Если въ одну и туже главную трубу зданія выходятъ ходы изъ нѣсколькихъ печей, то какъ должны быть заложены отверстія этихъ ходовъ внутри главной трубы?

4. Когда дверцы комнатной печи прикрываются герметически, то необходимы ли вьюшки?—Чѣмъ въ этомъ случаѣ удерживается теплый воздухъ въ печи?

5. Какъ устроена такъ называемая русская печь и какъ въ ней течетъ воздухъ?

6. Какъ устроено отопливаніе зданія нагрѣтымъ воздухомъ, такъ называемою Амосовскою печью, и какой главный недостатокъ этого способа нагрѣванія жилыхъ покоевъ?

7. Въ чемъ состоитъ *вентелированіе* жилыхъ покоевъ?—Съ которой стороны для этой цѣли должны быть дверцы печи?—Какимъ образомъ воздухъ обновляется въ комнатахъ при помощи вентиляторовъ, вставляемыхъ въ трубу печи?

ТЕПЛОПРОВОДИМОСТЬ ТѢЛЪ.

1. Какіе опыты убѣждаютъ, что различныя тѣла при одинаковыхъ обстоятельствахъ нагрѣваются не одинако быстро, и какъ раздѣляются тѣла въ этомъ отношеніи?

2. Какія вещества принадлежатъ къ наилучшимъ и какія къ дурнымъ проводникамъ тепла?

3. Какіе опыты доказываютъ дурную проводимость жидкостей?

4. Почему въ глубокихъ озерахъ вода не замерзаетъ зимою до самаго дна, а въ мѣстахъ рѣки, гдѣ теченіе быстро, образуются полыньи, иногда на всю зиму?

5. Какъ велика зимой температура воды подъ льдомъ на глубинахъ? — Какъ она велика при прикосновеніи воды со

льдомъ, и какъ объясняется утолщеніе слоя льда во время морозовъ?

6. Въ какихъ мѣстахъ можетъ образоваться *грунтовый* ледъ, и чѣмъ отличается льдина грунтоваго льда, сорвавшаяся со дна, отъ льдины, образовавшейся на поверхности воды?

7. Изъ какихъ фактовъ мы заключаемъ, что воздухъ и вообще всѣ газовыя тѣла суть дурные проводники тепла?

8. Какимъ образомъ нагрѣвается комнатный воздухъ во время топки печи?—По какому направленію происходитъ теченіе воздуха, и какъ въ томъ убѣдиться помощью пламени свѣчи или помощью узкихъ лентъ изъ тонкой бумаги?

9. Почему мѣха, пухъ, сѣно и пр., всѣ вещества въ состояніи порошка, а также мелкія металлическія опилки суть дурные проводники?

10. Доказана ли была дурная проводимость воздуха для тепла непосредственными наблюденіями?

Сравненіе проводимостей тепла въ твердыхъ веществахъ.

1. Опишите устройство прибора *Ингенгуза* (Ingenhouz) для сравненія проводимостей твердыхъ веществъ.—Какому условію должны удовлетворять испытуемые стержни относительно ихъ размѣровъ?—Какъ производятся наблюденія на этомъ приборѣ?

2. Почему результаты наблюденій на приборѣ Ингенгуза не могутъ имѣть научнаго значенія?

3. Который изъ металловъ проводитъ тепло наилучше?

4. Какъ устроенъ приборъ *Депре* (Desprètz) для сравненія проводимостей металловъ для тепла?—Объясните: какъ производятся наблюденія на этомъ приборѣ?

5. На какія части раздѣляется тепло, сообщаемое стержню этого прибора?

6. Какія величины должны быть разсчитаны изъ наблюдаемыхъ температуръ, и какое число должно быть вычислено для сравненія проводимостей двухъ матеріаловъ?

7. Съ проводимостью какого вещества сравниваются проводимости всѣхъ остальныхъ?

8. Какого рода опытами *Сенармонъ* (Sénarmont) показалъ, что дерево, кость, вообще органическія твердыя тѣла, а также кристаллы проводятъ тепло различно по различнымъ направленіямъ?

Примѣненія теплопроводимостей тѣлъ.

1. Какъ мы защищаемъ наше тѣло и другіе предметы отъ внѣшняго холода?

2. Почему ледъ подъ чистой соломой таетъ медленнѣе, чѣмъ непокрытый ледъ?

3. Съ которой стороны должно двери ледника обивать войлокомъ для предохраненія льда отъ лѣтней жары, и съ которой стороны должно войлокомъ обивать наружныя двери комнаты для защиты ея отъ внѣшняго холода?

4. Какое назначеніе имѣютъ деревянныя ручки на инструментахъ, подвергаемыхъ раскаленію?

5. Какое назначеніе имѣютъ двойныя оконныя рамы?

6. Почему металлическія вещи на ощупь всегда кажутся болѣе холодными, чѣмъ сдѣланныя изъ дерева и другихъ матеріаловъ?

7. Приведите въ примѣръ нѣсколько явленій изъ обыденной жизни, объясняющихся проводимостью тѣлъ для тепла?

8. Какъ объясняется способность металлическихъ сѣтокъ охлаждать покрытое ими пламя?—Чѣмъ доказывается, что газы проходятъ черезъ такую сѣтку?

9. Какимъ образомъ *Деви* (Davy) примѣнилъ свойство сѣтокъ для избѣжанія взрывовъ въ каменноугольныхъ копяхъ?—Гдѣ можетъ произойти взрывъ газа при употребленіи такой лампы?

Измѣреніе количества тепла для нагрѣванія тѣла.

1. Если тѣло опредѣленнаго вѣса, нагрѣтое каждый разъ до одной и той же температуры, въ различныхъ опытахъ будетъ опущено въ неравныя количества воды, то нагрѣется ли вода при этихъ опытахъ на одно и тоже число градусовъ?

2. Какъ измѣняются при такихъ опытахъ температуры воды и тѣла, и когда передача тепла прекращается?

3. Почему данное тѣло нельзя нагрѣть надъ однимъ и тѣмъ же пламенемъ выше опредѣленной температуры?

4. Какъ удостовѣриться, что скорость охлажденія тѣла тѣмъ больше, чѣмъ больше разность температуръ тѣла и окружающей среды?

5. Если для расплавленія напр: одного пуда свинца нужно было издержать нѣкоторое опредѣленное количество горючаго матеріала, то можно ли при тѣхъ же условіяхъ расплавить два пуда свинца тѣмъ же количествомъ того же матеріала?

6. Разсматривая тепло какъ *величину*, какъ измѣняется количество тепла съ измѣненіемъ вѣса и температуры тѣла?

7. Какое количество тепла принято за *единицу* мѣры?— Какъ опредѣляется *единица тепла* въ мѣрахъ, принятыхъ въ Россіи, и въ единицахъ мѣръ французской десятичной системы?— Какъ называется *тепловая единица*, выраженная въ мѣрахъ десятичной системы?

8. Почему нельзя допустить, чтобы въ водѣ при 0° не было тепла?

9. Если извѣстно, что въ 3 фунтахъ воды находятся 57-ю единицами тепла болѣе, чѣмъ при 0°, то какъ высока температура воды?

10. Сколько тепла должно сообщить 9-ти фунтамъ воды, чтобы ихъ нагрѣть отъ 15° до 27°?

11. Сколько тепла теряетъ 1/2 фунта воды при своемъ охлажденіи отъ 7°,5 до 5°?

12. Если фунтъ воды при 10° потеряетъ 100 единицъ тепла, то почему вода не переходитъ въ ледъ, имѣющій температуру:—10°?

Средняя температура при смѣшеніи различныхъ количествъ воды.

1. Какую температуру принимаетъ смѣсь, когда смѣшиваются различныя количества воды, имѣющія равныя температуры?

2. Когда смѣшивается нѣсколько различныхъ количествъ воды неодинаково теплыхъ, то между какими предѣлами должна быть температура смѣси?

3. На основаніи какого соображенія вычисляется темпер. смѣси двухъ количествъ воды, имѣющихъ различныя температуры?

4. Когда сливаются 12 ф. воды при 9° съ 5 фун. воды при 15°,8, то какъ высока температура смѣси?

5. Сколько фунтовъ воды при 100° нужно прилить къ 6 ф. воды при 15°, чтобы возвысить темпер. смѣси до 27°?

6. Какою формулою выражется температура смѣси, которая состоитъ изъ q ф. воды при t° и q′ ф: воды при t′°?

7. Какою формулою выражается темп. смѣси, состоящей изъ q ф. при t°, q′ ф. при t′°, q″ ф. при t″°, и т. д?

8. Какой видъ принимаетъ предъидущая формула для частнаго случая, когда смѣшиваемыя количества воды взяты равнаго вѣса?

Теплоемкость и удѣльное тепло.

1: Какъ устроенъ приборъ, на которомъ можно убѣдиться, что тѣла, равнаго вѣса и равной температуры, не въ состояніи расплавить одного и того же количества воска?—Чѣмъ это объясняется?

2. Какими опытами можно убѣдиться, что тѣла равнаго вѣса, но изъ различныхъ веществъ, требуютъ различныя количества тепла для своего нагрѣванія на одно и тоже число градусовъ, и что, охлаждаясь, они въ одно и тоже время отдаютъ различныя количества тепла окружающей средѣ?

3. Какимъ названіемъ отличается выше указанное свойство веществъ?

4. Изъ какого рода опыта выводится теплоемкость ртути въ отношеніи къ теплоемкости воды?

5. Какъ называются числа, опредѣляющія теплоемкости веществъ въ сравненіи съ водою?

6. Дайте точное опредѣленіе числу, названному *удѣльнымъ тепломъ*.

7. Какая разница между научными терминами: *теплоемкость* и *удѣльное тепло*?

8. Сколько единицъ тепла необходимо для нагрѣванія 5 ф. свинца отъ 0° до 15°, если удѣльное тепло свинца = 0,04?

9. Какъ выразится количество тепла, необходимое для нагрѣванія тѣла отъ 0^o до t^o, если вѣсъ этого тѣла $= p$, а удѣльное тепло его вещества $= c$?—Если искомое число единицъ тепла въ предъидущемъ вопросѣ $= r$, то какъ выразится удѣльное тепло с помощью r, p и t? Что выражаетъ знаменатель послѣдней найденной формулы?—Какое опредѣленіе удѣльнаго тепла можетъ быть дано на основаніи той же формулы?

ОПРЕДѢЛЕНІЕ УДѢЛЬНАГО ТЕПЛА ТВЕРДЫХЪ И ЖИДКИХЪ ВЕЩЕСТВЪ.

1. Способъ смѣшенія.

1. Опишите устройство прибора для опредѣленія удѣльнаго тепла по способу смѣшенія.—Почему внѣшняя поверхность внутренняго сосуда и внутренняя поверхность внѣшняго сосуда должны быть отполированы?

2. Для чего необходимо знать удѣльное тепло вещества сосуда, чтобы возможно было имъ пользоваться для опредѣленія удѣльнаго тепла другихъ веществъ?

3. Пусть вѣсъ сосуда $= p$, вѣсъ налитой въ него жидкости $= P$, общая температура сосуда и воды въ началѣ опыта $= t$, вѣсъ куска матеріала, изъ котораго сдѣланъ сосудъ $= q$, темпер. этого куска въ моментъ погруженія въ воду $= \theta$, температура воды, сосуда и находящагося въ немъ куска матеріала сосуда при окончаніи опыта $= t'$ а удѣльное тепло матеріала сосуда $= x$, то

a) Какое количество тепла необходимо было для нагрѣванія воды и сосуда отъ t^o до t'^o? [Отв: $(p\,x+P)\,(t'-t)$]

b) Какое количество тепла выдѣлилъ изъ себя кусокъ употребленнаго матеріала сосуда, охладившись отъ θ^o до t'^o?

c) Какою формулою выразится удѣльное тепло матеріала сосуда?

$$[\text{Отв: } x = \frac{P\,(t'-t)}{q\,(\theta-t')-p\,(t'-t)}]$$

4. Если вѣсъ сосуда $= p$, вѣсъ налитой въ него воды $= P$, общая ихъ темпер. въ началѣ опыта $= t$, удѣльное тепло матеріала сосуда $= c$, удѣльное тепло какого нибудь испытуемаго вещества $= y$, вѣсъ куска испытуемаго вещества $= q$, температура его въ моментъ погруженія въ воду $= \theta$, температура смѣси въ концѣ опыта $= t'$, то

a) Какъ выразится количество тепла переданное испытуемымъ тѣломъ водѣ и содержащему ее сосуду?

b) Какъ выразится количество тепла, полученное сосудомъ и водою отъ испытуемаго тѣла?

c) Какою формулою выразится удѣльное тепло испытуемаго вещества?

$$[\text{Отв. } y = \frac{(p\,c+P)\,(t'-t)}{q\,(\theta-t')}]$$

5. Какой пріемъ предложенъ былъ Румфордомъ (Rumford) для устраненія погрѣшности, происходящей отъ постепеннаго увеличиванія потери тепла сосудомъ и водою, во время ихъ нагрѣванія на счетъ испытуемаго тѣла?

2. Помощью калориметра Фавра и Зильбермана.

1. Какого рода приборы называются *калориметрами?*

2. Опишите устройство калориметра *Фавра* (Favre) и *Зильбермана* (Silbermann).—Съ какимъ другимъ приборомъ можно сравнить этотъ калориметръ?

3. Почему трубка съ дѣленіями должна быть выше верхняго края сосуда?—Какое назначеніе имѣетъ нажимной винтъ?—Для чего служитъ муфта?—Какою жидкостью наполняютъ шаръ, и почему употребляется именно эта жидкость, а не другая?—Какъ защищается сосудъ во время опыта отъ вліянія внѣшняго воздуха?—Какимъ приборомъ вводится испытуемая жидкость въ муфту сосуда?—Для чего въ муфту вставляется платиновая трубочка со ртутью, закрытая на одномъ концѣ?

4. Какъ устанавливается ртуть противъ даннаго дѣленія трубки?—Что наблюдается во время расширенія ртути въ приборѣ?—Какія величины вообще должны быть измѣрены?

5. Если отъ 6 зол. воды при 100^o, охладившейся въ калориметрѣ до 18^o, ртуть передвинулась въ трубкѣ прибора на 14,6 дѣленій, то какъ великъ ***коэффиціентъ прибора***, т. е. какъ велико число единицъ тепла, необходимое для перемѣщенія ртути въ трубкѣ прибора на 1 дѣленіе ея?

6. Отъ какихъ условій зависитъ величина коэффиціента калориметра, и почему это число для различныхъ приборовъ вообще будетъ различно?

7. Если отъ $1/2$ ф. ртути при 100^o, охладившейся въ муфтѣ калориметра до 19^o, ртуть въ трубкѣ съ дѣленіями передвинулась на 5 дѣленія, то какъ велико количество тепла, которое ртуть передала калориметру, когда коэфф. сего послѣдняго $= 0{,}35$?

8. Какое удѣльное тепло вычисляется для ртути изъ предъидущаго опыта? [Отв: 0,034.]

3) Помощью калориметра Лавуазье и Лапласа.

1. На какомъ началѣ *Лапласъ* и *Лавуазье* основали опредѣленіе удѣльнаго тепла?

2. Какое количество тепла должно быть издержано для расплавленія фунта льда при 0° въ воду, имѣющую также 0°?

3. Опишите устройство прибора Лапласа и Лавуазье—Какое назначеніе имѣетъ внѣшній сосудъ?—Какія части прибора наполняются снѣгомъ или льдомъ?—Изъ которой трубки вытекаетъ вода отъ плавленія снѣга во внутреннемъ сосудѣ?—Какъ укладывается испытуемое тѣло въ приборъ, когда это тѣло твердое, и когда оно жидкое?

4. По какому признаку узнается, что тѣло внутри калориметра приняло температуру = 0°?

5. Если вѣсъ испытуемаго тѣла = q, удѣльное его тепло = x, количество расплавленной воды отъ охлажденія тѣла до 0° есть n, темпер. испытуемаго тѣла до начала опыта = t, то какое количество тепла потеряло испытуемое тѣло при своемъ охлажденіи, и какъ выразится удѣльное тепло его вещества? [Отв: $x = \frac{79\ n}{q\ t}$]

6. Какъ устраняется погрѣшность отъ всасыванія воды льдомъ и отъ прилипанія воды къ стѣнкамъ калориметра?—Какія другія обстоятельства имѣютъ вліяніе на опредѣленіе удѣльнаго тепла помощью этого прибора?

УДѢЛЬНОЕ ТЕПЛО ГАЗОВЪ.

1. Въ какомъ случаѣ говорятъ, что газъ нагрѣвается подъ постояннымъ давленіемъ, и когда говорятъ, что газъ нагрѣвается при постоянномъ объемѣ?

2. Какія свойства газа измѣняются въ томъ и другомъ случаѣ, и въ которомъ случаѣ нужно больше тепла для нагрѣванія даннаго объема газа на одинъ градусъ термометра?

3. Которое изъ двухъ означенныхъ количествъ тепла опредѣлено изъ непосредственныхъ наблюденій?

4. Какъ велика средняя величина отношенія между удѣльнымъ тепломъ газа при постоянномъ давленіи къ удѣльному его теплу при постоянномъ объемѣ, и какъ велико это отношеніе для различныхъ газовъ?

Результаты, выводимые при сравненіи теплоемкостей веществъ.

1. Какого рода числами выражается теплоемкость веществъ въ сравненіи съ теплоемкостью воды?—Какой газъ имѣетъ большую теплоемкость, чѣмъ вода?

2. Въ какомъ состояніи данное вещество имѣетъ наибольшую теплоемкость?—Какъ вліяетъ уплотненіе вещества на его теплоемкость?

3. Какое вліяніе имѣетъ температура на теплоемкость веществъ?

4. Чему равна теплоемкость льда и водяныхъ паровъ, при 0° и давленіи 760-мм., въ отношеніи къ водѣ?

Переходъ вещества изъ одного состоянія въ другое.

1) Плавленіе.

1. Почему дерево и другія твердыя органическія вещества не получаются въ жидкомъ состояніи?

2. Какое отличительное свойство имѣетъ температура плавленія?

3. Какое различіе существуетъ между веществами относительно измѣненія ихъ объемовъ и плотностей отъ плавленія, и какого рода измѣненія обнаруживаются въ нѣкоторыхъ изъ нихъ при приближеніи ихъ температуры къ плавленію?—Какая обработка металловъ основана на этомъ послѣднемъ свойствѣ?—Всѣ ли металлы показываютъ въ этомъ отношеніи одинаковое свойство? — Какія неметаллическія вещества представляютъ тоже свойство, и какимъ терминомъ оно въ нихъ обозначается?

4. Какое вліяніе на температуру плавленія имѣетъ увеличиваніе давленія?—Одинаково ли это вліяніе на всѣ вещества?—Какъ оно обнаруживается на льдѣ и какимъ опытомъ можно въ томъ увѣриться?

5. Какъ объясняется приготовленіе тѣлъ различнаго вида изъ мелкихъ кусковъ льда?

6. Какое явленіе обнаруживается при сжатіи снѣга въ рукѣ,

и какъ объясняются: оледенѣніе слѣдовъ экипажей и тяжелыхъ тѣлъ на поверхности снѣга, оледенѣніе снѣга на крышахъ, образованіе глетшеровъ, и т. д?

2) Отвердѣваніе.

1. При какой температурѣ вещество переходитъ изъ жидкаго состоянія въ твердое, и чѣмъ отличается эта температура отъ другихъ?

2. Какъ отличаются между собою вещества относительно измѣненій ихъ объема и плотности при переходѣ въ твердое состояніе?

3. Въ какихъ веществахъ давленіе повышаетъ и въ какихъ оно понижаетъ температуру отвердѣванія?

4. Какъ объясняются: раздробленіе скалъ, порча мостовыхъ, выдавливаніе свай отъ зимнихъ морозовъ, и проч?

5. Какими опытами было доказано, что вода въ моментъ замерзанія способна преодолѣть громадныя сопротивленія?

6. Почему изъ воска, стеарина, свинца, олова и проч. нельзя отливать вещей также отчетливо, какъ изъ чугуна?

7. Какъ измѣняется температура отвердѣванія, когда жидкость находится въ совершенно спокойномъ состояніи, и какимъ опытомъ можно показать, что вода можетъ быть охлаждена до—12°, оставаясь жидкою?—Почему для этого опыта необходимо употребить хорошо выкипяченную воду и держать ее во время опыта въ закрытомъ сосудѣ?

8. По какой причинѣ вода замерзаетъ въ волосныхъ трубкахъ при температурахъ, значительно низшихъ 0°?

3) Испареніе и Кипѣніе.

1. Чѣмъ объясняется постепенное исчезаніе воды, спирта, эфира на поверхностяхъ тѣлъ, которыя смочены этими жидкостями?

2. Чѣмъ объясняется, что золотыя и серебряныя вещи, лежащія около ртути, на поверхности бѣлѣютъ и тускнѣютъ?

3. Какъ называется переходъ жидкости въ пары, когда они выдѣляются только съ поверхности ея?

4. Чѣмъ объяснить запахъ мѣди, желѣза, жировъ и нѣкоторыхъ другихъ веществъ?

5. Какія явленія доказываютъ испареніе льда, и какія другія твердыя вещества способны такъ испаряться, что это испареніе можетъ быть наблюдено?

6. Происходитъ ли испареніе вещества при всякой температурѣ?

7. Какимъ тепловымъ явленіемъ сопровождается испареніе, и какими фактами вы подтвердите свой отвѣтъ?

8. Какъ измѣняется испареніе при повышеніи температуры жидкости и къ какому предѣлу стремится это испареніе?

9. Чѣмъ отличается точка кипѣнія жидкости отъ другихъ температуръ?

10. Опишите процессъ нагрѣванія жидкости до кипѣнія ея, когда содержащій ее сосудъ нагрѣвается со стороны его дна?

11. Чѣмъ объясняется шумъ при закипаніи жидкости, напр: такъ называемое „пѣніе“ самовара?

12. Какія особыя явленія наблюдаются при кипѣніи нѣкоторыхъ жидкостей, напр: сѣрной кислоты и даже воды, не содержащей воздуха?—Какъ устраняются эти особыя явленія?

13. Какое вліяніе на точку кипѣнія имѣетъ измѣненіе давленія на поверхность жидкости?—Какими опытами и явленіями доказывается это вліяніе?

14. При какой температурѣ жидкость должна кипѣть въ пустомъ пространствѣ?

15. Къ какому давленію на жидкость относится точка кипѣнія въ таблицахъ, составляемыхъ для температуры кипѣнія различныхъ веществъ?

16. Какое вліяніе на точку кипѣнія воды имѣетъ вещество содержащаго ее сосуда?

17. Въ какомъ сосудѣ вода кипитъ, при нормальномъ давленіи атмосферы, при 100°, и какимъ образомъ можно въ глиняномъ сосудѣ заставить кипѣть воду при той же температурѣ, не измѣняя давленія на жидкость?

18. Какую температуру имѣютъ пары кипящей воды, и зависитъ ли ихъ температура отъ вещества сосуда?

19. Зависитъ ли температура паровъ кипящей воды отъ находящихся въ ней примѣсей, или солей въ растворѣ?

20. Почему во время кипѣнія температура воды у дна сосуда должна быть выше, чѣмъ около ея поверхности?

21. Какимъ образомъ предъидущія указанія принимаются въ разсчетъ при опредѣленіи точки кипѣнія на термометрѣ?

4) Ожиженіе паровъ.

1. Отъ какихъ условій зависитъ осажденіе паровъ въ жидкость?

2. При какой температурѣ осаждаются водяные пары при нормальномъ давленіи атмосферы?

3. Что представляетъ собою бѣлая масса, образующаяся обыкновенно надъ поверхностью кипящей воды?—Какія тѣла образуются отъ осажденія водяныхъ паровъ въ атмосферѣ?

4. Какую разницу можно замѣтить, разсматривая пламя свѣчи сквозь струю неосадившихся паровъ и сквозь осаждавшіеся уже пары?—Чѣмъ объясняется красный цвѣтъ солнца и луны при восходѣ и заходѣ ихъ?

5. Въ какое состояніе должны переходить водяные пары въ атмосферѣ въ тѣхъ слояхъ ея, въ которыхъ температура воздуха ниже 0°?—Какія облака состоятъ изъ ледяныхъ иголокъ?

СКРЫТОЕ ТЕПЛО.

Поглощеніе тепла при плавленіи.

1. Какое дѣйствіе имѣетъ тепло, притекающее изъ источника къ тѣлу, находящемуся въ состояніи плавленія?—Почему это тепло получило названіе: „скрытаго тепла“ и признается ли оно таковымъ по новѣйшему взгляду на теорію тепла?

2. Какимъ опытомъ можно опредѣлить количество тепла, необходимое для расплавленія 1 фунта льда въ воду?

3. Какъ опредѣляется скрытое тепло плавленія помощью калориметра Фавра и Зильбермана?

4. Если ртуть въ трубкѣ калориметра отступила на 14,1 дѣленій, когда весь ледъ расплавился въ муфтѣ прибора, и если коэфф. прибора $= 0,35$, количество скрытаго тепла для расплавленія 1 ф. льда $= x$, а количество расплавленнаго льда $= 6$ зол., то какъ выразится x?—По какому признаку узнается, что весь ледъ въ муфтѣ расплавился?

5. Какимъ опытомъ доказывается, что вода при замерзаніи выдѣляетъ тепло?

6. Какъ объясняются: медленное замерзаніе воды и медленное таяніе льда?—Почему замерзаніе и таяніе всегда начинаются у краевъ сосуда?

7. Какіе опыты доказали, что вещества, размягчающіяся до плавленія, поглощаютъ тепло во время ихъ размягченія?

8. Какое вещество требуетъ наибольшее количество тепла для своего плавленія?

Охладительныя смѣси.

1. Какое вліяніе на температуру имѣютъ сахаръ и соль, растворяясь въ водѣ?

2. Какое вліяніе имѣютъ сахаръ и соль при смѣшеніи ихъ со снѣгомъ на температуру смѣси?

3. Какъ объясняется приготовленіе охладительныхъ смѣсей?

4. Почему слабые растворы кислотъ, прилитые въ снѣгъ, даютъ охладительныя смѣси, а крѣпкіе растворы тѣхъ же кислотъ такихъ смѣсей не даютъ?

Проглощеніе тепла при испареніи и кипѣніи.

1. Какія обыденныя явленія доказываютъ, что испареніе жидкостей всегда сопровождено охлажденіемъ того тѣла, на поверхности котораго происходитъ испареніе?—Какъ это обнаружить помощью термометра?

2. Какимъ опытомъ можно при обыкновенной комнатной температурѣ заставить воду замерзнуть подъ колоколомъ воздушнаго насоса?

3. Какимъ опытомъ доказывается, что водяные пары при осажденіи выдѣляютъ значительное количество тепла?

4. Если въ 9 ф. воды перегнать 1 ф. водяныхъ паровъ

при 100°, то смѣсь принимаетъ 63°,7.—Какъ велико количество скрытаго тепла въ 1 ф. водяныхъ паровъ при 100°?

5. Какъ устроенъ калориметръ, служащій для опредѣленія скрытаго тепла въ 1 ф. паровъ какой нибудь жидкости?

6. Какимъ образомъ туже величину можно опредѣлить помощью калориметра Фавра и Зильбермана?

7. Зависитъ ли количество тепла для испаренія 1 ф. жидкости отъ температуры, при которой происходитъ испареніе, и какъ оно зависитъ отъ давленія на жидкость?—Какая температура названа *абсолютной точкой кипѣнія* жидкости?

8. Какъ устроены приборы для перегонки жидкостей?

СФЕРОИДАЛЬНОЕ СОСТОЯНІЕ ЖИДКОСТИ.

1. При какихъ условіяхъ жидкость принимаетъ такъ называемое сфероидальное состояніе?—Какъ объясняется это явленіе?

2. Въ какой зависимости находится сфероидальное состояніе жидкости отъ температуры кипѣнія ея?- Вліяетъ ли смачиваніе твердыхъ тѣлъ жидкостями на это состояніе?

3. Какое явленіе наблюдается при охлажденіи раскаленной пластинки на которой жидкость образовала каплю?

4. Какъ объяснить: почему температура сфероидальной капли ниже точки кипѣнія жидкости, и почему непрозрачныя жидкости быстрѣе испаряются, чѣмъ прозрачныя?

5. Касается ли капля къ раскаленной пластинкѣ, и какъ это провѣрить?

6. Чѣмъ объясняется безопасность при прикосновеніи омоченнымъ пальцемъ къ горячему утюгу, и какъ объясняется опытъ *Бутиньи* (Boutigny), при которомъ онъ опустилъ руку въ расплавленный свинецъ?

7. Какимъ опытомъ можно объяснить возможность перехода воды въ сфероидальное состояніе внутри пароваго котла машины?—Какой опасности подвергается котелъ въ этомъ случаѣ, и въ какой именно моментъ?

ИЗМѢРЕНІЕ УПРУГОСТИ ПАРОВЪ ВЪ ПУСТОМЪ ПРОСТРАНСТВѢ.

1. Отъ какихъ условій зависитъ упругость паровъ?

2. Какимъ опытомъ можно сравнить упругость паровъ различныхъ жидкостей въ барометрической пустотѣ, при одной и тойже температурѣ?—Какимъ образомъ вводится жидкость въ пустое пространство барометра, и до какихъ поръ?

3. Чѣмъ измѣряется упругость паровъ въ предыдущемъ опытѣ, и почему говорятъ, что пары при этомъ опытѣ насыщаютъ пространство?

4. Какимъ образомъ изслѣдовать упругость паровъ, насыщающихъ пространство при различныхъ давленіяхъ, и что доказываетъ, что упругость насыщающихъ паровъ независима отъ давленія?

5. Какимъ образомъ изучается упругость паровъ, ненасыщающихъ пространсто, и какому закону подчиняются пары въ этомъ случаѣ?

6. Въ чемъ состоитъ разница между парами и газами?

Опредѣленіе упругости паровъ воды отъ 0° до 100°.

1. Опишите приборъ *Дальтона* для измѣренія въ пустотѣ упругости паровъ отъ 0° до 100° при давленіи атмосферы?

2. Какимъ образомъ введена была вода въ барометрическую пустоту?—Какъ нагрѣвались пары?—Какъ измѣрялась ихъ упругость?—Почему измѣненіе въ давленіи атмосферы не вліяло на эти измѣренія?—Какіе результаты выведены изъ этихъ наблюденій?

3. Чѣмъ отличается упругость паровъ при точкѣ кипѣнія жидкости, и какое слѣдствіе выводится отсюда относительно точки кипѣнія жидкости при различныхъ давленіяхъ?

4. При какой температурѣ кипитъ жидкость въ пустотѣ?—Чѣмъ отвѣтъ вашъ оправдывается?

5. При всякой ли температурѣ можно перегонять жидкости?

Опредѣленіе упругости паровъ воды при температурахъ ниже 0°.

1. Какой приборъ служитъ для измѣренія упругости паровъ въ пустотѣ и при давленіи атмосферы, когда температура паровъ ниже 0°?

2. Какимъ образомъ охлаждаются пары при этихъ опытахъ?

3. Какіе результаты выведены изъ наблюденій, сдѣланныхъ во время этихъ опытовъ?

Опредѣленіе упругости паровъ воды при температурахъ выше 100°.

1. Какимъ образомъ измѣряется упругость паровъ воды

при температурахъ выше 100° помощью сифонной трубки, которой короткій конецъ запаянъ?

2. Какимъ образомъ нагрѣваются пары въ предъидущемъ приборѣ?—Какое количество жидкости должно быть введено въ трубку?—Чѣмъ измѣряется упругость паровъ?

3. На какомъ началѣ *Реньо* основалъ свой способъ опредѣленія упругости паровъ при температурахъ выше 100°?

4. Какъ былъ устроенъ сосудъ, содержащій жидкость?—Какъ измѣрялась температура паровъ?—Какъ измѣрялась упругость паровъ?—Какую цѣль имѣло измѣненіе давленія на жидкость?—Какимъ образомъ производились наблюденія?

5. Какъ должно было распорядиться, чтобы употребить тотъ же приборъ для измѣренія упругости паровъ при температурахъ ниже 100°?

Таблица упругостей паровъ воды.

1. Какъ составлена таблица, въ которой указана упругость паровъ воды, въ состояніи насыщенія, при различныхъ температурахъ?

2. Въ какихъ единицахъ выражены температура и упругость паровъ?—Какъ разсчитаны упругости паровъ для тѣхъ температуръ въ таблицѣ, при которыхъ не сдѣланы непосредственныя наблюденія?—Какъ разсчитывается упругость паровъ для какой нибудь температуры, непомѣщенной въ таблицѣ, но не выходящей изъ предѣловъ ея?

3. Какимъ образомъ по приведеннымъ даннымъ въ таблицѣ удостовѣриться, что упругость водяныхъ паровъ ростетъ быстрѣе температуры?

Ожиженіе газовъ.

1. Отъ какихъ условій зависитъ приближеніе газа къ состоянію насыщенія?—Какія обстоятельства указываютъ на возможность ожиженія газовъ?—Достигнуто ли это на практикѣ?

2. Какимъ образомъ получается углекислота въ жидкомъ и въ твердомъ видѣ?

НАИБОЛЬШІЙ ИСКУСТВЕННЫЙ ХОЛОДЪ.

1. Если шарикъ термометра окутать ватой, омоченной сѣрнымъ эфиромъ, то при быстромъ вращеніи термометра можетъ ртуть термометра замерзнуть.—Чѣмъ это объясняется?

2. На чемъ основано употребленіе сосудовъ изъ невыжженной глины (алкаразы) для охлажденія содержащейся въ нихъ жидкости?

3. Чѣмъ объясняется замораживаніе воды въ крюофорѣ *Вульстена* (Wollvstone)?

4. Какая низшая температура наблюдена до настоящаго времени?

Опредѣленіе плотности паровъ.

1. Какой способъ употребилъ *Дюма* (Dumas) для опредѣленія плотности насыщающихъ паровъ?

2. Какое число найдено для удѣльнаго вѣса насыщающихъ паровъ въ отношеніи къ воздуху, при одинаковой температурѣ и одномъ и томъ же давленіи?

Образованіе паровъ въ воздухѣ и въ другихъ газахъ.

1. Какой результатъ вывелъ *Дальтонъ* изъ своихъ опытовъ надъ упругостью паровъ, насыщающихъ воздухъ или другой газъ при опредѣленной температурѣ?

2. При помощи какого прибора повѣряется законъ *Дальтона*?—Какъ высушивается газъ, вводимый въ приборъ?

3. Чѣмъ отличается испареніе жидкости внутри газа отъ ея испаренія въ пустотѣ?

4. Какой законъ данъ *Дальтономъ* для испаренія смѣси двухъ жидкостей внутри газа?

5. Въ какой мѣрѣ опыты *Реньо* оправдали законы *Дальтона*?—Примѣнимы ли эти законы къ быстро испаряющимся жидкостямъ?

Влажность воздуха.

1. Чѣмъ обусловливается количество водяныхъ паровъ въ земной атмосферѣ?

2. Отъ чего зависитъ *сырость* воздуха и какимъ числомъ опредѣляется *влажность* воздуха?

3. Когда въ два различныхъ дня влажность воздуха одинакова, то при какомъ только условіи сырость воздуха въ эти два дня будетъ одинакова?

4. Какой воздухъ *сырѣе* при обыкновенныхъ условіяхъ: лѣтній или зимній, и въ которое время воздухъ *влажнѣе*?

5. Какъ велика предѣльная величина влажности воздуха?

6. Въ какомъ отношеніи находится количество водяныхъ паровъ въ данномъ объемѣ воздуха къ упругости этихъ паровъ?

7. Какою формулою, вслѣдствіе предъидущаго, выражается влажность воздуха въ процентахъ?

8. Какъ измѣняется влажность воздуха при повышеніи одной лишь температуры его, и какъ она измѣняется при увеличеніи количества паровъ при той же температурѣ воздуха?

9. Въ какихъ таблицахъ отыскивается упругость насыщающихъ паровъ въ воздухѣ, при данной температурѣ его?

10. Какимъ образомъ можно узнать, при какой температурѣ находящіеся въ воздухѣ пары могли бы его насытить?

11. Какой способъ охлажденія тѣла употребляется для опредѣленія *точки росы*, и какой температурѣ даютъ это названіе?—Постоянна ли температура, названная точкою росы?

12. Почему роса является только на стеклахъ наружныхъ оконъ нашихъ квартиръ?

13. Одинаковы ли вліянія сырости и влажности воздуха на наше здоровье?

14. Почему сырость нашихъ квартиръ уменьшается послѣ топки печей?

15. Какія вещества называются *гигроскопическими*?—Назовите нѣсколько такихъ веществъ.

Гигроскопъ сосюра (Saussure)

1. Опишите устройство этого прибора и объясните принципъ, на основаніи котораго онъ устроенъ.

2. Какъ выщелачивается волосъ, и для чего?—Чѣмъ стрѣлка прибора приводится въ движеніе?—Какимъ образомъ на шкалѣ этого прибора опредѣляются дѣленія 0° и 100°?

3. Какой видъ часто дается этому прибору на практикѣ, и почему волосъ можетъ быть замѣненъ струною?

4. Можетъ ли приборъ Соссюра быть названъ *гигрометромъ*?

5. Сравнимы ли показанія двухъ такихъ приборовъ или

одного и того же прибора по прошествіи значительнаго промежутка времени?

6. Какой практической цѣли удовлетворяютъ наблюденія показаній этого прибора?

Гигрометръ даніеля (Daniel)

1. На какомъ началѣ основано устройство этого прибора?—Опишите его устройство.

2. Какимъ образомъ приборъ наполняется эфиромъ?—Какъ выгоняется воздухъ изъ прибора?—Чѣмъ въ немъ наполнено пространство, незанятое жидкимъ эфиромъ, послѣ запаянія трубки?

3. Какое назначеніе имѣетъ внутренній, и какое—внѣшній термометръ?

4. Для чего шарикъ со внутреннимъ термометромъ покрывается позолотою?

5. Какъ употребляется этотъ приборъ для опредѣленія точки росы, и какъ объясняется появленіе ея?

6. Какъ опредѣляется влажность воздуха по наблюденіямъ, сдѣланнымъ на этомъ приборѣ?

7. Почему внутренній термометръ прибора всегда показываетъ температуру, которая нѣсколько выше истинной точки росы?

8. Какое вліяніе имѣетъ это послѣднее обстоятельство на влажность, опредѣляемую помощью этого прибора?

9. Почему на шарикѣ гигрометра Даніеля роса первоначально является тонкою полосою около самой поверхности эфира въ этомъ шарикѣ?

Гигрометръ реньо.

1. Опишите устройство гигрометра Реньо и объясните назначеніе каждой изъ составныхъ его частей.

2. Чѣмъ усиливается испареніе эфира въ той трубкѣ прибора, на поверхности которой появляется роса?

3. Объясните дѣйствіе аспиратора и укажите ходъ внѣшняго воздуха черезъ приборъ.

4. Почему въ моментъ появленія росы вся нижняя поверхность трубки покрывается ею?

5. Для чего оба термометра, входящіе въ составъ прибора, помѣщаются въ совершенно одинаковыя оболочки?

6. Какъ опредѣляется влажность воздуха изъ наблюденій на этомъ приборѣ?—Какимъ образомъ эти наблюденія можно повторить черезъ весьма короткіе промежутки времени?

ПРИЛОЖЕНІЯ УПРУГОСТИ ВОДЯНЫХЪ ПАРОВЪ.

1. Какимъ образомъ можно заставить воду кипѣть при температурахъ выше 100°?

2. Какое назначеніе имѣютъ крышки на сосудахъ, въ которыхъ нагрѣваются жидкія или твердыя тѣла?

3. Почему жидкость нельзя довести до кипѣнія въ герметически закрытыхъ сосудахъ, если только стѣнки сосудовъ способны выдержать давленіе, произведенное на нихъ извнутри парами жидкости? — Какой замѣчательный въ этомъ отношеніи опытъ сдѣланъ былъ *Папиномъ* (Papin)?

4. Какъ устроены котелъ Папина и предохранительный клапанъ въ этомъ котлѣ? Какую цѣль имѣлъ Папинъ при устройствѣ своего прибора и въ какихъ случаяхъ еще теперь имъ пользуются?

ПАРОВАЯ МАШИНА.

1. Какая сила приводитъ всякую паровую машину въ движеніе, и кто устроилъ первую такую машину?

2. Какое устройство имѣла машина *Ньюкомена* (Newcomen)?—Какая сила противодѣйствовала упругости паровъ при поднятіи поршня въ паровомъ цилиндрѣ? — Какая сила двигала этотъ поршень внизъ? — Какимъ образомъ управлялась эта машина? — Для какой работы она была употреблена на практикѣ? — Какимъ образомъ движеніе поршня въ паровомъ цилиндрѣ было передано поршню насоса?

3. Какое обстоятельство составляло главное неудобство употребленія этой машины на практикѣ?

4. Кому принадлежитъ честь усовершенствованія машины Ньюкомена въ такой степени, что паровыя машины вошли во всеобщее употребленіе?

Машина Уатта (watt).

1. Какое назначеніе имѣютъ золотники въ паровыхъ машинахъ?

2. Опишите устройство золотниковъ въ машинѣ Уатта, и сообщенія ея цилиндра съ холодильникомъ и съ паровымъ цилиндромъ.

3. Посредствомъ какого прибора прямолинейное движеніе поршня пароваго цилиндра преобразовывается въ машинѣ Уатта въ криволинейное движеніе конца коромысла? — Какъ называется эта часть машины, и какое она имѣетъ устройство?

4. Какой приборъ преобразовываетъ движеніе коромысла въ вращательное движеніе главной оси машины?

5. Какое назначеніе имѣетъ маховое колесо на главной оси машины?

6. Какъ устроенъ эксцентрикъ, надѣтый на главную ось машины? — Какое онъ имѣетъ назначеніе? — Въ какого рода движеніе эксцентрикъ преобразовываетъ вращательное движеніе оси машины? — На какое разстояніе перемѣщается каждая точка прямаго стержня эксцентрика, и какою системою рычаговъ передается его движеніе золотникамъ?

7. Какъ устроенъ регуляторъ паровой машины? — Какъ онъ приводится во вращеніе и какъ онъ соединенъ съ клапаномъ внутри паропроводной трубы?

8. Какое назначеніе имѣетъ холодильникъ? — Какимъ образомъ достигается быстрое охлажденіе паровъ въ холодильникѣ? — Куда перегоняется вода изъ холодильниковъ, какимъ образомъ, и для какой цѣли?

9. Опишите устройство котла и топки въ паровой машинѣ. — Какимъ образомъ регулируется высота уровня воды въ котлѣ и для чего это необходимо?—Какъ устроенъ предохранительный клапанъ котла? — Какимъ приборомъ измѣряется упругость паровъ въ котлѣ? — Какъ устроенъ свистокъ и ка-

кое онъ имѣетъ назначеніе? — Отъ чего образуется накипь на днѣ и стѣнкахъ котла, какое она имѣетъ вліяніе, и какъ она устраняется? — Для чего въ паровомъ котлѣ есть клапанъ, который открывается во внутрь котла?

МАШИНЫ НИЗКАГО И ВЫСОКАГО ДАВЛЕНІЯ.

1. Какое сопротивленіе преодолѣваетъ упругость паровъ въ паровой машинѣ съ холодильникомъ, и какое она преодолѣваетъ въ машинѣ безъ холодильника?

2. Какимъ образомъ дѣйствіе паровъ въ машинѣ безъ холодильника можетъ быть сдѣлано равнымъ дѣйствію паровъ въ машинѣ съ холодильникомъ, и какими названіями, вслѣдствіе этого, различаются оба рода этихъ машинъ?

3. Въ какихъ случаяхъ предпочитается употребленіе машинъ высокаго давленія?

4. Чѣмъ различается новѣйшее устройство паровыхъ машинъ отъ устройства машины Уатта?

5. Какъ устроены машины колесныхъ пароходовъ?

6. Въ чемъ состоитъ особенность въ устройствѣ машинъ на винтовыхъ пароходахъ?

7. Какъ устроенъ паровой котелъ въ *локомотивахъ*, и какая цѣль такого устройства?

8. Какія паровыя машины названы *локомобилями?*

ВЫЧИСЛЕНІЕ СИЛЫ ПАРОВОЙ МАШИНЫ.

1. Отъ какихъ данныхъ зависитъ работа паровой машины, и въ какихъ единицахъ выражается эта работа?

2. Если давленіе паровъ на поршень $= p$, высота цилиндра $= h$ метр., поперечное сѣченіе поршня $= q$ кв. м., число ходовъ поршня въ 1 секунду $= n$, давленіе атмосферы на 1 кв. мет. $= 10328$ килогр., сила лошади $= 75$ киллогр.-метр., притомъ на преодолѣваніе всѣхъ внутреннихъ сопротивленій въ машинѣ теряется $1/2$ всей ея силы, то какъ выражается полезное дѣйствіе машины?

$$[\text{Отв. } \frac{nhpq.\,10328}{2.75} \text{ лошад.}]$$

3. Рѣшите задачу:

Въ данной паровой машинѣ съ двумя цилиндрами каждый поршень имѣетъ діаметръ $= 0,23$ метр. — Если при показаніи манометра $= 135^{\circ}$ каждый поршень въ одну секунду проходитъ 1,2 метра, то какъ велико полезное дѣйствіе машины, составляющее половину теоретическаго ея дѣйствія (Effect)? (Упругость паровъ при 135° равна 2,03 метра ртутнаго столба)?

$$[\text{Отв. } 1/2.\ \frac{3,14.\ (0,115)^2.\ 1,2.\ 10328\,(2,03-0,76)\ 2}{0,76.\ 75.} = 11,5 \text{ лош.}]$$

ЛУЧИСТОЕ ТЕПЛО.

1. Какими явленіями доказывается, что тепло передается окружающимъ тѣламъ не на основаніи проводимости воздуха, находящагося между ними и источникомъ тепла, но передается на подобіе свѣта?

2. Какими наблюденіями внутри и внѣ тѣней освѣщенныхъ солнцемъ предметовъ оправдывается прямолинейное распространеніе тепла?

3. Какъ называется тепло тѣла, передающееся окружающимъ тѣламъ не на основаніи проводимости веществъ? — Какой средѣ приписываютъ эту передачу и какъ себѣ представляютъ ее?

4. Какимъ опытомъ можно удостовѣриться, что тепло передается черезъ барометрическую пустоту?

5. Какими опытами доказываютъ, что при всякой температурѣ тѣла способны испускать тепло въ видѣ лучей?

Объясненіе нагрѣванія и охлажденія тѣлъ по теоріи подвижнаго равновѣсія.

1. Предполагая, что всѣ находящіеся въ комнатѣ предметы имѣютъ одну и ту же температуру, какъ измѣнится эта послѣдняя при внесеніи въ туже комнату еще новаго тѣла, болѣе или менѣе теплаго, чѣмъ прежде находившіяся въ ней тѣла?

2. Для всѣхъ ли предметовъ измѣненія ихъ температуры будутъ одинаковы? — Какія свойства приходится вслѣдствіе того разсматривать въ различныхъ тѣлахъ?

3. Какую теорію предложилъ *Прево* (Prévost) для объясненія нагрѣванія тѣлъ въ разсматриваемомъ случаѣ? — Когда обмѣнъ тепла между тѣлами не наблюдается болѣе? — Прекращается ли онъ въ это время, по теоріи *Прево?*

4. Какое названіе на основаніи предъидущаго дано теоріи *Прево?*

Отраженіе и преломленіе тепловыхъ лучей.

1. Какими опытами доказывается свойство тепловыхъ лучей отражаться:

1) отъ плоской металлической пластинки,

2) отъ вогнутаго металлическаго зеркала?

2. Какъ названа точка соединенія тепловыхъ лучей, отраженныхъ отъ вогнутаго зеркала?

3. Опишите опыты *Пиктета* (Pictet) съ двумя вогнутыми зеркалами. — Какъ зеркала должны быть установлены? — Гдѣ помѣщаются источникъ тепла и нагрѣваемое тѣло? — Какъ увѣриться, что только при такой установкѣ дѣйствіе тепловыхъ лучей наиболѣе сильно? — Какъ объясняется пониженіе температуры въ фокусѣ одного зеркала, когда въ фокусѣ другаго находится кусокъ льда?

4. По какимъ законамъ отражаются тепловые лучи?

5. Какой опытъ доказываетъ, что тепловые лучи, подобно свѣтовымъ, измѣняютъ свое направленіе при входѣ въ средину и при выходѣ изъ нея, т. е. *преломляются?* — На чемъ основано дѣйствіе зажигательнаго стекла? — Въ какомъ мѣстѣ находится фокусъ его, относительно свѣтоваго фокуса? — Какое заключеніе должно быть отсюда выведено?

6. Какого рода термометры употребляются для изученія свойства тепловыхъ лучей и почему ртутные термометры въ этихъ опытахъ непримѣнимы?

7. Какъ измѣняется температура внутри предѣловъ свѣтоваго спектра? — Какъ убѣдиться помощью призмы изъ каменной соли, что тепловой спектръ распространяется за предѣлы краснаго цвѣта свѣтоваго спектра?

8. До какого цвѣта свѣтоваго спектра доходитъ наблюдаемый тепловой спектръ, и въ какомъ цвѣтѣ этотъ послѣдній показываетъ наивысшую температуру?

9. Составляютъ ли тепловые лучи отдѣльнаго рода лучи, или должно принять, что одинъ и тотъ же лучъ имѣетъ и свѣтовое и тепловое дѣйствіе?

10. Почему изъ отношенія между длинами тепловаго и свѣтоваго спектровъ не должно судить объ отношеніи между количествами лучей, входящихъ въ составъ этихъ спектровъ?

СВОЙСТВА ИСТОЧНИКОВЪ ТЕПЛА.

1. Какіе тепловые лучи называются лучами различныхъ цвѣтовъ?

2. Чѣмъ различаются спектры различныхъ источниковъ тепла при проходѣ ихъ лучей черезъ одну и туже призму?

3. Найдено, что каменная соль пропускаетъ всѣхъ сортовъ тепловые и свѣтовые лучи въ одинаковой степени. — Но, если черезъ призму изъ каменной соли пропустить лучи солнца, то спектры тепловой и свѣтовой будутъ почти равной длины; если же черезъ туже призму пропустить лучи отъ раскаленнаго до бѣла угля, то тепловой спектръ почти въ 7 разъ длиннѣе свѣтоваго. — Какое должно быть различіе между двумя означенными источниками тепла?

Свойства веществъ относительно тепловыхъ лучей.

1. Какія свойства обнаруживаютъ различныя вещества относительно проходящихъ черезъ нихъ тепловыхъ лучей одного и того же источника?

2. Какое свойство обнаруживаетъ одна и таже среда относительно лучей, испускаемыхъ различными источниками тепла?

3. Когда прозрачная среда цвѣтная, то какой преломляемости тепловые лучи проходятъ черезъ нее? — Какой преломляемости тепловые лучи проходятъ черезъ черное стекло или черезъ стекло, покрытое копотью?

4. Какъ дѣйствуютъ на среду всѣ тѣ тепловые лучи, которые не проходятъ черезъ нее, и не отражаются отъ ея поверхности?

5. Какими названіями отличилъ *Меллони* (Melloni) прозрачныя вещества: 1) способныя пропускать тепловые лучи всякой преломляемости; напр. каменная соль и минералъ сильвинъ (sylvin). 2) пропускающія тепловые лучи только опредѣленной преломляемости; напр. квасцы, вода, ледъ, стекло. 3) непропускающія тепловыхъ лучей, напр. металлы?

6. Какіе тепловые лучи пропускаетъ растворъ іода въ сѣрноуглеродѣ?

7. Какія свойства имѣютъ газы простыхъ веществъ и воздухъ относительно тепловыхъ лучей различныхъ источниковъ?

8. Черезъ какую среду должно пропустить солнечные лучи или лучи раскаленныхъ гальваническимъ токомъ углей, чтобы задержать большинство свѣтлыхъ тепловыхъ лучей, и черезъ какую среду должно пропускать лучи тѣхъ же источниковъ, чтобы задержать темные тепловые лучи?

9. Если лучи вышеприведенныхъ источниковъ сначала пропустить черезъ слой воды, а потомъ принять на ледяное оптическое стекло, то оно не таетъ, и въ фокусѣ его можетъ быть зажженъ порохъ; тѣже лучи, падая непосредственно на такое ледяное стекло, дѣлаютъ его мутнымъ и оно таетъ. — Чѣмъ объясняются предъидущія явленія?

Разсѣиваніе, поглощеніе и испусканіе тепловыхъ лучей.

1. Въ какомъ случаѣ говорятъ о лучахъ, падающихъ на поверхность тѣла, что они *разсѣиваются* (диффундируются)?

2. На какія три группы Меллони раздѣлилъ вещества относительно ихъ свойства разсѣивать тепловые лучи?—Почему металлы названы—*теплобѣлыми*, сажа — *теплочернымъ*, бумага, лакъ и пр. — *теплоцвѣтными* веществами?

3. Какое вліяніе на разсѣиваніе имѣетъ шероховатость и цвѣтъ разсѣивающей поверхности?

4. На какія четыре части раздѣляется все количество тепловыхъ лучей, падающихъ на поверхность какого нибудь тѣла?

5. Какимъ образомъ *Лесли* (Leslie) сравнивалъ *поглощательную* способность различныхъ веществъ? — Къ какимъ результатамъ относительно того же свойства привели опыты *Меллони* и позднѣйшихъ наблюдателей?

6. Какое вліяніе имѣетъ полировка на поглощательную способность веществъ, и оправдали ли позднѣйшія наблюденія заключеніе Лесли, что способность поглощать тепло возростаетъ съ шероховатостью поверхности тѣла? — Въ какихъ случаяхъ наблюдены совершенно противуположныя тому явленія, и чѣмъ они объясняются?

7. Какой рядъ опытовъ произвелъ *Лесли* для изученія свойства тѣлъ: *испускать тепло?* — Какое соотношеніе нашелъ *Лесли* между свойствами тѣлъ: поглощать и испускать тепло?

8. По какому закону Ньютонъ предложилъ разсчитывать количество тепла, испускаемаго тѣломъ при его охлажденіи, и въ какомъ случаѣ этотъ законъ можетъ быть примѣненъ?

9. Какое вліяніе имѣетъ атмосфера на нагрѣваніе земли солнечными лучами?

10. Какіе тепловые лучи солнца въ наибольшемъ количествѣ поглощаются какъ твердью земли, такъ и океаномъ ея?

11. Вслѣдствіе чего земля охлаждается въ продолженіи ночи, и почему это охлажденіе при ясномъ небѣ совершается быстрѣе, чѣмъ при облачномъ? — Какія слѣдствія имѣетъ это обстоятельство на температуру мѣста?

12. Почему оранжереи и парники покрываются стеклянными крышами?

13. Какое вліяніе на температуру комнаты имѣютъ цвѣтныя стекла въ рамахъ оконъ ея?

14. Какой способъ добыванія льда употребляется въ тропическихъ странахъ, который основанъ на поглощеніи и испусканіи тепла?

15. Какимъ образомъ тѣми же свойствами объясняются: что употребленіе израсцевыхъ печей выгоднѣе чугунныхъ для нагрѣванія комнаты; употребленіе глиняной посуды для варки пищи въ русскихъ печахъ; употребленіе полированныхъ кострюлей на плитахъ; быстрѣйшее охлажденіе горячей воды въ металлическомъ, чѣмъ въ фарфоровомъ сосудѣ, и проч.?

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА.

1. Какое тѣло есть главный источникъ тепла для земли?

2. Отъ какихъ обстоятельствъ зависитъ количество тепла, получаемое землею отъ солнца въ единицу времени?

3. Почему время наисильнѣйшаго нагрѣванія солнцемъ въ данномъ мѣстѣ на землѣ не совпадаетъ съ наивысшею температурою въ этомъ мѣстѣ, ни для отдѣльнаго дня, ни для отдѣльнаго года?

4. Какое вліяніе на нагрѣваніе земли солнцемъ имѣетъ измѣненіе взаимнаго разстоянія этихъ тѣлъ въ продолженіи года?—Отъ какого фактора зависитъ нагрѣваніе земли солнцемъ въ наивысшей степени?

5. Почему земля не нагрѣвается луною и другими небесными свѣтилами?

6. Какіе факты доказываютъ, что земля имѣетъ еще значительное количество внутренняго, собственнаго тепла, и почему это тепло земли почти не вліяетъ на поверхность ея?

7. Какими опытами и явленіями доказывается, что треніе, сжатіе, ударъ, давленіе и крученіе суть источники тепла?

8. Какимъ опытомъ на центробѣжной машинѣ *Тиндалю* (Tyndal) удалось привести воду въ кипѣніе?

9. На какомъ началѣ основано устройство воздушнаго огнива?

10. Какими опытами можно убѣдиться, что разряженіе воздуха сопровождается пониженіемъ, а сгущеніе воздуха — повышеніемъ температуры его?

11. Какими явленіями сопровождается въ каменноугольныхъ копяхъ быстрое разряженіе влажныхъ газовъ, скопившихся въ трещинахъ земли?

12. Какимъ измѣненіемъ температуры сопровождается поглощеніе газа какимъ нибудь веществомъ? — Какъ примѣнено это свойство при устройствѣ химическаго огнива?

13. Какими явленіями доказывается, что при химическомъ соединеніи веществъ освобождается тепло? — Какимъ образомъ можно измѣрить это количество тепла при помощи калориметра Фавра и Зильбермана?

14. Какъ устроенъ калориметръ *Дюлонга* для измѣренія тепла, выдѣляющагося при сожиганіи опредѣленнаго количества горючаго матеріала, и какъ разсчитывается это количество тепла?

15. Какъ объясняется нагрѣваніе порошкообразныхъ веществъ въ то время, когда они сырѣютъ? — Почему влажный песокъ на берегу морскомъ послѣ заката солнца всегда теплѣе сухаго?

16. Какіе процессы поддерживаютъ внутреннее тепло въ растеніяхъ во время зимы?

17. Какъ объясняется освобожденіе тепла во всѣхъ жизненныхъ процессахъ въ животныхъ тѣлахъ?

Соотношеніе между тепломъ и механической работою.

1. Какое положеніе составляетъ главное основаніе такъ называемой *механической теоріи* тепла?

2. *Тиндаль* заставлялъ свинцовую пластинку падать съ опредѣленной высоты на мраморную доску; изслѣдовавъ затѣмъ пластинку, онъ нашелъ, что она послѣ удара объ доску нагрѣлась. — Какъ объясняется это явленіе? — Почему необходимо было, чтобы падающее тѣло имѣло малую, а доска, на которую тѣло падаетъ — большую теплоемкость?

3. Почему гвоздь при вбиваніи въ дерево тѣмъ сильнѣе нагрѣвается, чѣмъ труднѣе онъ входитъ въ дерево?

4. Говорятъ, что при треніи, сжатіи, давленіи и т. д. *теряется часть механической работы*. — Какъ вы понимаете это выраженіе?

5. Сообразите: какой факторъ уменьшается при треніи, ударѣ и проч. въ томъ выраженіи, которымъ измѣряется работа?

6. Какъ объяснить охлажденіе воздуха при разряженіи его подъ колоколомъ воздушнаго насоса?

7. Содержатъ ли водяные пары, переходящіе въ холодильникъ паровой машины, тоже количество тепла, какое они имѣли при входѣ изъ котла въ цилиндръ машины?

8. Если представить себѣ, что опусканіе и подыманіе поршня паровой машины производится не парами, но другою силою, напр. рукою, то какова должна быть въ этомъ случаѣ температура паровъ, переходящихъ изъ цилиндра машины въ холодильникъ, въ отношеніи къ температурѣ паровъ, входящихъ въ паровой цилиндръ?

9. Какой опытъ, произведенный *Джоулемъ* (Joule) съ сгущеннымъ до 22-хъ атмосферъ воздухомъ, ясно доказываетъ преобразованіе тепла въ работу, и обратно?

10. Какъ называется постоянное число, выражающее число единицъ работы, соотвѣтствующихъ единицѣ тепла? — Какъ велико это число?

11. Какое число называется *эквивалентомъ работы*, и какъ оно велико?

12. Приведите и опишите одинъ изъ опытовъ *Джоуля*, *Гирна* (Hirn) или *Персона* (Person) для опредѣленія эквивалента тепла.

13. Какъ различаются по новѣйшей теоріи тепла строенія вещества въ трехъ его состояніяхъ?

14. Какъ объясняется скрытіе тепла при переходахъ вещества изъ одного состоянія въ другое? — Какъ объясняется появленіе скрытаго тепла при отвердѣваніи и осажденіи? — Какъ объясняется выдѣленіе тепла при химическихъ процессахъ?

15. Какому элементу въ движеніяхъ частицъ соотвѣтсвуетъ температура тѣла, по новѣйшей теоріи тепла?

Магнетизмъ.

1. Какой основной фактъ вызвалъ предположеніе о существованіи особой магнитной силы? Откуда произошло это названіе?

2. Какъ называются тѣла, въ которыхъ обнаруживается присутствіе магнитной силы?—Каковъ составъ магнитной руды?

3. Изъ какого матеріала приготовляются искусственные магниты, и какой видъ обыкновенно дается имъ?

4. Что называется якоремъ магнита?

5. Какое вліяніе имѣетъ накаливаніе на магнитную силу стальнаго магнита?

6. Какіе опыты удостовѣряютъ, что притяженіе въ различныхъ точкахъ магнита неодинаково?—Въ какихъ точкахъ это притяженіе имѣетъ наибольшую, и въ какихъ наименьшую величину?—Какъ названы первыя изъ этихъ точекъ, и какъ названо сѣченіе, въ которомъ притяженіе магнита равно нулю?

7. Какимъ опытомъ обнаруживается существованіе полюсовъ и безразличнаго сѣченія въ прямой намагниченной полоскѣ стали?

8. Какъ удостовѣриться, что притяженіе куска желѣза магнитомъ равно притяженію магнита тѣмъ же кускомъ желѣза?

9. Какимъ опытомъ можно удостовѣриться, что полюсы магнита не совпадаютъ съ крайними точками магнитной полоски?

10. Въ какихъ единицахъ выражается притяженіе желѣза магнитомъ?

11. Какой опытъ удостовѣряетъ, что въ магнитной полосѣ иногда бываетъ болѣе двухъ точекъ сильнѣйшаго притяженія?— Какъ называются эти точки, и какъ уничтожить эту неправильность намагничиванія полоски?

12. Какъ устроить, чтобы магнитъ свободно вращался въ горизонтальной плоскости? — Какое явленіе при этомъ обнаруживается и почему оно должно быть приписано дѣйствію земли?

13. Какая линія названа осью магнита?—Какъ устанавливается ось магнита въ плоскости горизонта относительно меридіональной его линіи?—Какъ можно повѣрить на основаніи предъидущаго: совпадаетъ ли ось магнита съ геометрическою его осью?

14. Какъ устроены *компасы* для наблюденій на корабляхъ?— Относительно какихъ точекъ горизонта опредѣляется положеніе магнитной оси компаса, и какъ называется опредѣляемый по компасу уголъ горизонта?

15. Какими опытами доказывается, что магнитная сила дѣйствуетъ сквозь другія тѣла, и какія промежуточныя тѣла измѣняютъ дѣйствіе магнитной силы?

16. Какими опытами обнаруживается взаимодѣйствіе двухъ магнитныхъ полюсовъ?—Въ чемъ выражается различіе между магнитными полюсами, и какими названіями вслѣдствіе того различены оба полюса магнита?

17. По какимъ законамъ измѣняется взаимное дѣйствіе двухъ магнитныхъ полюсовъ?—Какъ устроенъ приборъ, служащій для провѣрки этихъ законовъ, и какъ производятся опыты для ихъ повѣрки?

18. Какая сила противодѣйствуетъ взаимодѣйствію полюсовъ двухъ магнитовъ при опытахъ съ вѣсами *Куломба* (Coulomb)?

19. Какъ узнать наименованіе полюса даннаго магнита: 1) когда магнитъ можетъ быть сдѣланъ подвижнымъ, и 2) когда онъ неподвижно прикрѣпленъ?

Дѣйствіе магнита на желѣзо.

1. Какія свойства принимаетъ кусокъ желѣза, на который дѣйствуетъ магнитный полюсъ?

2. Какой полюсъ обнаруживается на концѣ куска желѣза, наиболѣе удаленномъ отъ полюса магнита?

3. Какимъ образомъ убѣдиться въ существованіи двухъ полюсовъ въ кускѣ желѣза, когда онъ находится подъ вліяніемъ полюса стальнаго магнита?

4. Какое расположеніе принимаютъ желѣзныя опилки на листѣ бумаги, когда подъ нимъ находится магнитъ?—Какія линіи называются магнитными кривыми, и что называется полемъ дѣйствія магнита?

5. Когда въ предъидущемъ опытѣ листъ бумаги приводится въ сотрясеніе, то какое положеніе принимаетъ каждая частица опилокъ относительно магнитной кривой, проходящей черезъ тоже мѣсто бумаги?

6. Какимъ опытомъ можно убѣдиться, что одновременныя дѣйствія двухъ разнородныхъ полюсовъ на одинъ и тотъ же кусокъ желѣза взаимно уравновѣшиваются?—Какъ дѣйствуетъ рядъ магнитовъ, сложенныхъ по направленію ихъ длины разнородными полюсами?

Дѣйствіе магнита на сталь.

1. Чѣмъ отличается намагничиваніе стали отъ намагничиванія желѣза?

2. Когда кусокъ стали намагниченъ до насыщенія?

3. Какимъ силамъ противодѣйствуетъ *задерживательная сила* стали, и отъ какихъ обстоятельствъ зависитъ ея величина?

4. Какія явленія наблюдаются, когда магниты подвергаются сильнымъ ударамъ?

5. Изъ какой стали приготовляются магнитныя полоски, и какъ намагничиваютъ закаленную сталь?

6. Какое вліяніе на горизонтально движущуюся стрѣлку имѣютъ полюсъ магнита или кусокъ желѣза, положенные вблизи одного изъ полюсовъ стрѣлки такъ, чтобы конецъ стрѣлки не

могъ коснуться до нихъ?—Какъ измѣняется это вліяніе съ измѣненіемъ положенія куска желѣза или полюса магнита?

Способъ намагничиванія. Устройство магнитовъ различнаго вида.

1. Какой простѣйшій способъ намагничиванія тонкихъ стальныхъ пластинокъ?

2. Какъ производится намагничиваніе прямолинейнаго или подкововиднаго куска стали *простымъ* натираніемъ?—Какимъ образомъ *Дюгамель* (Duhamel) отъ простаго натиранія перешелъ къ способу *двойнаго* натиранія?—Какой способъ *двойнаго* натиранія предложилъ *Эпинусъ* (Aepinus)?—Какимъ образомъ прямая полоса намагничивается по послѣднему способу посредствомъ подкововиднаго магнита?

3. Какъ устроиваются магнитныя системы, названныя *магазинами?*—Почему магнитная сила такихъ системъ не пропорціональна числу составляющихъ ея магнитовъ?

4. Какъ устроены магниты *Жамена* (Jamin). Почему онъ предпочелъ употребленіе тонкихъ полосокъ?—Какъ устроены полюсы этихъ магнитовъ?

5. Если послѣ приложенія якоря къ полюсамъ магнитнаго магазина станемъ натирать этотъ магнитъ кускомъ мягкаго желѣза по направленію отъ средины къ полюсамъ, то якорь сильнѣе притягивается къ магниту, т. е. можетъ держать большій грузъ, чѣмъ до натиранія желѣзомъ.—Чѣмъ объясняется этотъ фактъ, впервые наблюденный *Жаменомъ?*

6. Какимъ образомъ на основаніи предъидущаго факта объяснить, почему подъемная сила магнита увеличивается до нѣкотораго предѣла, когда, не снимая якоря, постепенно увеличивать его вѣсъ, и почему подъемная сила магнита иногда значительно уменьшается отъ быстраго срыванія якоря съ него?

7. Какимъ образомъ устроивается оправа для естественныхъ магнитовъ?

Теорія магнитныхъ жидкостей.

1. Въ чемъ состоитъ гипотеза о магнитныхъ жидкостяхъ, предложенная для объясненія магнитныхъ явленій?

2. Что въ этой гипотезы называется *магнитнымъ элементомъ*?

3. Какъ представляются магнитные элементы расположенными одинъ относительно другихъ, когда желѣзо или сталь *ненамагничены*, и когда они *намагничены*?

4. Какъ объясняется по этой теоріи различіе между магнитными свойствами стали и желѣза?

5. Какъ объясняется намагничиваніе куска желѣза отъ приближенія къ нему полюса магнита, и что наисильнѣйшее дѣйствіе магнита должно обнаружиться на концахъ куска желѣза?—Какая сила противодѣйствуетъ магнитному полюсу?

6. Какъ представляютъ себѣ строеніе магнита, и какъ объясняютъ происхожденіе полюсовъ и безразличнаго сѣченія?—Въ какомъ мѣстѣ даннаго магнита количество разложенныхъ магнитныхъ жидкостей должно быть наибольшее?

7. Какія силы преодолѣваетъ магнитный полюсъ при намагничиваніи стали?—Въ какомъ случаѣ сталь намагничивается до насыщенія, и когда намагничиваніе ея слабѣе этого?

8. Отъ какого свойства стали зависитъ степень ея насыщенія при намагничиваніи, и какъ ее можно увеличить въ данной полосѣ?

Парамагнитныя и діамагнитныя вещества.

1. Какими опытами доказывается, что всѣ вещества природы подчиняются дѣйствію магнитнаго полюса?

2. Какъ выражается дѣйствіе полюса магнита на различныя вещества, и на какія двѣ группы раздѣляются они въ отношеніи магнитныхъ ихъ свойствъ?

3. Какія вещества названы *парамагнитными* или просто магнитными, и какія называются *діамагнитными*?

4. Если подковообидный магнитъ поставленъ полюсами вверхъ, то какъ между ними долженъ установиться горизонтальный цилиндръ изъ желѣза или стали, предполагая, что такой цилиндръ повѣшанъ на некрученной нити?

5. Какъ установится подобно навѣшанный цилиндръ изъ висмута между полюсами того же магнита, предполагая, что магнитъ весьма силенъ?

6. Какими опытами, по указанію *Плюккера* (Plücker), можно убѣдиться въ дѣйствіи магнита на жидкія вещества?

7. Какія явленія обнаруживаются надъ пламенемъ свѣчи, когда оно находится между полюсами сильнаго магнита?

ЗЕМНОЙ МАГНЕТИЗМЪ.

1. На чемъ основано предположеніе, что земля дѣйствуетъ на магнитную стрѣлку подобно магниту?

2. Принимая землю за магнитъ, какой магнитный полюсъ его долженъ находиться въ сѣверномъ полушаріи?

3. Всегда ли совпадаетъ магнитный меридіанъ съ географическимъ?

4. Какъ называется уголъ въ плоскости горизонта, составленный осью магнитной стрѣлки съ направленіемъ меридіональной линіи?

5. Если предположимъ, что магнитная стрѣлка можетъ свободно вращаться во всѣхъ плоскостяхъ, то установится ли магнитная ея ось по горизонтальному направленію въ плоскости магнитнаго меридіана?

6. Какой уголъ называется угломъ *наклоненія* магнитной стрѣлки?

7. Какъ объяснить, почему земля только вращаетъ свободно навѣшанную магнитную стрѣлку, и не сообщаетъ ей поступательнаго движенія?

8. Какимъ опытомъ доказывается магнитное дѣйствіе земли на желѣзо?—Въ какомъ положеніи желѣзной полосы, замѣчается наисильнѣйшее магнитное дѣйствіе земли на желѣзо, и въ какомъ положеніи полосы это дѣйствіе имѣетъ наименьшую величину?

Измѣненія склоненія магнитной стрѣлки.

1. Какъ измѣняется склоненіе магнитной стрѣлки въ данномъ мѣстѣ наблюденія въ продолженіи сутокъ, и какъ вычисляется среднее склоненіе въ данномъ мѣстѣ наблюденія?

2. Одинаково ли склоненіе въ различныхъ мѣстахъ на поверхности земли?

3. Какъ названы линіи, соединяющія на поверхности земли тѣ мѣста, въ которыхъ склоненіе магнитной стрѣлки въ одно и тоже время одинаково?

4. Къ которымъ кругамъ на поверхности земли направленія *изогоническихъ* линій болѣе приближаются: къ кругамъ широты или къ меридіанамъ?

5. Какъ называются точки взаимнаго пересѣченія изогоническихъ линій, и подъ какими широтами и долготами находятся эти точки?

6. Сколько найдено нулевыхъ изогоническихъ линій, и по какимъ мѣстамъ земной поверхности проходятъ онѣ? —Какими названіями различаются эти нулевыя линіи?

7. Какъ измѣняется склоненіе въ одномъ и томъ же мѣстѣ въ продолженіи сутокъ?—Какими наблюденіями доказано существованіе вѣковыхъ измѣненій склоненія, и почему эти измѣненія считаются періодическими?

8. Какъ велики въ настоящее время *склоненія* въ Петербургѣ и въ Москвѣ? [Отв. въ Петерб. 6°21′; въ Москвѣ 3°].

9. Какое положеніе принимаетъ стрѣлка склоненія въ магнитныхъ полюсахъ, и въ мѣстахъ, окружающихъ каждый магнитный полюсъ?

10. Какое положеніе принимаетъ стрѣлка склоненія въ мѣстахъ земли, находящихся между полюсами географическимъ и магнитнымъ одного и того же полушарія?

11. При появленіи какихъ метеоровъ наблюдаются весьма сильныя и неправильныя измѣненія въ склоненіи магнитной стрѣлки?

Измѣненія наклоненія.

1. Во всѣхъ ли мѣстахъ на поверхности земли наклоненіе магнитной стрѣлки одинаково?

2. Какія линіи названы *изоклиническими?*—Какія направленія имѣютъ эти линіи на глобусѣ земли? По какому направленію проходитъ на землѣ нулевая изоклиническая линія?

Какъ велико наклоненіе магнитной стрѣлки въ магнитныхъ полюсахъ? Измѣняется ли положеніе изоклиническихъ линій въ продолженіи сутокъ и въ продолженіи лѣтъ?

3. Какое направленіе принимаетъ ось стрѣлки наклоненія, когда она находится въ плоскости, перпендикулярной къ магнитному меридіану, и какъ можно воспользоваться этимъ явленіемъ для опредѣленія положенія магнитнаго меридіана?

Сила земнаго магнетизма.

1. Какой способъ наблюденія предложилъ Гумбольдтъ (Humboldt) для сравненія величины силы земнаго магнетизма въ различныхъ мѣстахъ наблюденія, или въ одномъ и томъ же мѣстѣ наблюденія, но въ различное время?

2. Въ какомъ мѣстѣ поверхности земли сила земнаго магнетизма принята была Гумбольдтомъ за единицу сравненія?

3. Къ какимъ выводамъ привели наблюденія силы земнаго магнетизма въ различныхъ мѣстахъ земли?

4. Какъ называются линіи на поверхности земли, которыя проходятъ черезъ такія ея мѣста, въ которыхъ сила земнаго магнетизма одинакова?

5. Измѣняется ли сила земнаго магнетизма въ одномъ и томъ же мѣстѣ земли, и къ какимъ выводамъ привели наблюденія, сдѣланныя для изученія этого вопроса?

Электричество.

1. Какія отличительныя свойства принимаетъ янтарь, резина, шелкъ и проч. отъ тренія объ другія тѣла?—Какими явленіями обнаруживаются эти свойства и какой основной причинѣ они приписываются?—Какъ называются тѣла, обнаруживающія эти свойства?

2. Чему приписывается запахъ, распространяемый наэлектризованными тѣлами, и какъ дѣйствуетъ озонъ на другія вещества?

3. Какъ раздѣляются тѣла относительно электричества? къ которой группѣ принадлежитъ земля?

4. Какимъ простымъ опытомъ можно различить проводникъ электричества отъ непроводника?

5. Назовите нѣсколько непроводниковъ, нѣсколько проводниковъ и нѣсколько полупроводниковъ электричества.

6. Зависитъ ли проводимость Эл. отъ размельченія тѣла въ порошокъ?

7. Какія тѣла суть лучшіе проводники Эл. и къ какому разряду проводниковъ Эл. принадлежатъ газы въ сухомъ и въ сыромъ состояніи?

8. Когда наэлектризованный проводникъ Эл. называется *уединеннымъ* и какъ разряжается такой проводникъ?

9. Какъ разрядить наэлектризованный непроводникъ, напр: наэлектризованный кусокъ каучука или наэлектризованную стеклянную палочку?

10. Для чего уединяющія части электрическаго прибора передъ опытомъ должно обтирать сухимъ, нагрѣтымъ полотенцемъ?

11. Какое простѣйшее средство для наэлектризованія уединеннаго проводника?—Какія явленія наблюдаются при приближеніи наэлектризованнаго тѣла къ уединенному, подвижному проводнику?

Взаимное дѣйствіе наэлектризованныхъ тѣлъ.

1. Какъ устроенъ приборъ, служащій для изслѣдованія взаимнаго дѣйствія двухъ наэлектризованныхъ тѣлъ, и какъ съ нимъ должно производить опыты?

2. Какіе законы для взаимнаго дѣйствія электричествъ выводятся изъ предъидущихъ опытовъ, и по какому закону измѣняются притяженіе и отталкиваніе наэлектризованныхъ тѣлъ съ измѣненіемъ ихъ взаимнаго разстоянія?

3. На какомъ приборѣ предъидущіе законы могутъ быть повѣрены?

4. Сколько различныхъ родовъ Эл. принято для объясненія электрическихъ явленій?—Какими названіями они различаются, и на чемъ основанъ выборъ этихъ названій?

5. Въ какой рядъ размѣщаются болѣе часто встрѣчающіеся непроводники эл. относительно ихъ способности электризоваться отъ тренія?—Можетъ ли одинъ и тотъ же непроводникъ наэлектризовываться разнородными электричествами?—Какое вліяніе имѣетъ полировка непроводника и температура его на тотъ родъ эл., который на немъ обнаруживается послѣ тренія?

6. На какомъ началѣ основано устройство электроскоповъ? Чѣмъ отличаются другъ отъ друга электроскопы Вольта (Volta) и Бене (Benet), и отъ какихъ условій зависитъ относительная чувствительность обоихъ этихъ приборовъ?

7. Какъ употребляется электроскопъ?—Какъ онъ заряжается?— Какъ узнается: какимъ эл. заряженъ электроскопъ?— Какъ должно разряжать электроскопъ?

Распространеніе Электричества по поверхности проводниковъ.—Напряженіе Эл.—Электрическая гипотеза.

1. Какими опытами доказывается, что эл. является только на поверхности проводниковъ?

2. Какіе опыты производилъ *Фарадей* (Faraday) для рѣшенія вопроса о распространеніи эл. въ проводникахъ?

3. Какъ теоретически объясняютъ распространеніе эл. по поверхности проводниковъ?

4. Какъ опредѣляется *напряженіе* эл. на поверхности проводника?

5. Какъ измѣряется напряженіе электричества въ данномъ мѣстѣ на поверхности проводника при помощи *пробирной пластинки* и электроскопа?

6. Какими опытами доказывается, что напряженіе эл. въ данномъ мѣстѣ на поверхности проводника зависитъ отъ вида сего послѣдняго, и что оно тѣмъ больше, чѣмъ болѣе заостренъ проводникъ въ этомъ мѣстѣ?

7. Если къ уединенному металлическому шару, послѣ наэлектризованія его, коснемся другимъ ненаэлектризованнымъ шаромъ изъ того же металла, то какъ измѣняется напряженіе электричества на этихъ шарахъ, когда поверхность второго шара въ 1, 2, 3,...n разъ больше поверхности перваго?

8. Какъ изъ предъидущаго выводится объясненіе для раз-

ряженія наэлектризованнаго проводника при сообщеніи его съ землею.

9. Объясните: 1) разряженіе уединеннаго наэлектризованнаго проводника окружающимъ воздухомъ, 2) быстрѣйшее разряженіе такого проводника при помощи острія, 3) вліяніе шероховатости поверхности проводника на время его разряженія.

10. Какимъ образомъ наэлектризованный непроводникъ можетъ быть разряженъ помощью пламени свѣчи или спиртовой лампы?

11. Почему электрическія явленія независятъ отъ того, употребляются ли при опытахъ массивные или полые проводники?

12. Можно ли то же самое сказать объ употребленіи непроводниковъ при опытахъ съ электричествомъ?

13. Изложите основныя положенія въ гипотезѣ о двухъ разнородныхъ электричествахъ, принятой для объясненія электрическихъ явленій.—Какое состояніе тѣла называется въ этой гипотезѣ естественнымъ электрическимъ состояніемъ?

Дѣйствіе электричества черезъ вліяніе.

1. Когда говорятъ, что тѣло электризуется черезъ вліяніе?

2. Опишите устройство прибора *Рисса* (Riess) для изученія дѣйствія эл. черезъ вліяніе.— Въ какомъ состояніи находится кондукторъ его до наэлектризованія шара?—Какое назначеніе имѣютъ подвижныя полоски иа концахъ кондуктора и къ чему служитъ стеклянная пластинка между шаромъ и кондукторомъ? — Для чего шаръ и кондукторъ уединены?

3. Какое явленіе наблюдается при приближеніи наэлектризованнаго шара къ кондуктору?— Какъ узнать, какимъ электричествомъ кондукторъ наэктризованъ на своихъ концахъ?— Какъ объясняется такое наэлектризованіе его? — Какъ измѣняется электрическое состояніе кондуктора при удаленіи наэлектризованнаго шара отъ него?

4. Какое явленіе наблюдается при сообщеніи кондуктора съ землею, и все ли равно, въ какой бы точкѣ кондуктора это сообщеніе не было устроено?

5. Какъ объясняются явленія предъидущаго опыта, и какое различіе между электричествами *свободнымъ* и *связаннымъ?*

6. Какія явленія наблюдаются, если сообщить съ землею: сперва кондуктора, потомъ шаръ, потомъ снова кондуктора?

7. Когда наэлектризованный шаръ находится около конца кондуктора, то будетъ ли напряженіе эл. на поверхности шара вездѣ одинаково?—Какими опытами это можетъ быть узнано, и въ какихъ мѣстахъ напряженіе эл. должно оказаться наибольшимъ?

8. Какъ должно измѣниться напряженіе связаннаго эл. въ приборѣ Рисса въ моментъ сообщенія кондуктора его съ землею, и какое явленіе указываетъ на такое измѣненіе связаннаго эл.?

9. Какъ измѣняются всѣ вышеразсмотренныя явленія при опытахъ съ приборомъ Рисса, когда разстояніе между кондукторомъ и шаромъ будетъ постепенно уменьшено до прикосновенія?

10. Какое явленіе при уменьшеніи разстоянія между шаромъ и кондукторомъ должно предшествовать непосредственному ихъ прикосновенію?

11. Какимъ электричествомъ кондукторъ окажется наэлектризованъ послѣ прикосновенія шара къ нему?

12. Объясните на основаніи предъидущаго:

a) явленіе притяженія легкаго тѣла наэлектризованнымъ янтаремъ, и послѣдующее затѣмъ отталкиваніе этого тѣла отъ янтаря?

b) Наэлектризованіе электроскопа, когда къ нему касаются наэлектризованнымъ тѣломъ?

c) Наэлектризованіе электроскопа, когда къ нему приближаютъ наэлектризованное тѣло, но не до прикосновенія?

d) Какимъ образомъ электроскопъ можетъ быть заряженъ эл., противуположнымъ тому, какимъ заряжено приближаемое къ нему тѣло?

13. Какъ объясняются: 1) распространеніе эл. по проводникамъ, 2) измѣненіе проводимости тѣлъ для эл. отъ раздробленія ихъ на мелкія части, и 3) различія между проводниками, полупроводниками и непроводниками?

14. Какъ объясняется наэлекризованіе тѣлъ отъ тренія?— Могутъ ли проводники быть наэлектризованы треніемъ?

15. Какъ убѣдиться опытомъ, что, при треніи двухъ разнородныхъ тѣлъ одно объ другое, каждое изъ нихъ наэлектризовывается, и притомъ разнородными электричествами?

16. Почему непроводникъ опредѣленныхъ размѣровъ перестаетъ уединять наэлектризованный проводникъ, когда напряженіе эл. на немъ, увеличиваясь, достигаетъ опредѣленнаго предѣла?

Электрофоръ.

1. Опишите устройство электрофора, и укажите матеріалы, изъ которыхъ дѣлаются отдѣльныя части его.

2. Какъ заряжается этотъ приборъ и какъ онъ употребляется во время опыта?

3. Какая часть прибора составляетъ источникъ эл. и какого именованія сіе послѣднее?

4. Вслѣдствіе чего наэлектризуется верхній кругъ? какою манипуляціею обнаруживается на немъ свободное эл.? какого рода оно?

5. Если, послѣ наложенія верхняго круга на нижній, не прикоснуться рукою къ первому изъ нихъ, то какъ наэлектризованъ верхній кругъ до снятія и послѣ снятія съ нижняго круга?

6. Почему эл. не переходитъ съ нижняго круга на верхній, когда этотъ послѣдній лежитъ на первомъ?—Касается ли въ это время верхній кругъ къ нижнему всѣми точками своей нижней поверхности?

7. Когда верхній кругъ наложенъ на нижній, то наэктризованъ ли верхній кругъ въ точкахъ прикосновенія къ нижнему? — Чѣмъ объясняется, что дѣйствіе электофора тѣмъ сильнѣе, чѣмъ глаже поверхности соприкосновенія обоихъ круговъ?

8. Почему искра изъ верхняго круга сильнѣе, когда, при прикосновеніи рукою къ этому кругу, мы въ тоже время касаемся жестянаго блюда смолянаго круга?

9. Какъ объясняется возможность полученія послѣдовтельныхъ заряженій верхняго круга, не наэлектризовывая каждый разъ смоляной кругъ, и какъ сохранить электрофоръ заряженнымъ въ продолженіи нѣсколькихъ дней или даже нѣсколькихъ мѣсяцевъ?

10. Сравните электрофоръ съ приборомъ Рисса, и укажите тотъ опытъ съ этимъ послѣднимъ приборомъ, который соотвѣтствуетъ полученію искры изъ верхняго круга электрофора.

11. Какъ разрядить смоляной кругъ электрофора?

Машина Гольца (Holz).

1. Опишите устройство машины Гольца. Почему она названа электрофорною? — Какія части ея замѣняютъ смоляной кругъ электрофора? — Какія части составляютъ кондукторы машины?

2. Какъ должны быть установлены кондукторы до заряженія машины?— Какимъ образомъ заряжаютъ ее и по какому признаку узнается, что она настолько заряжена, что можно удалить приближаемую для заряженія наэлектризованную пластинку?

3. Однородны ли электричества, которыми заряжены шарики кондукторовъ во время дѣйствія машины, и какое явленіе замѣчается, когда въ заряженной машинѣ эти шарики удаляются другъ отъ друга?

4. Когда между шариками кондукторовъ получается искра, и когда одно только сіяніе, и отъ чего зависитъ такое различіе въ явленіяхъ?

5. Отъ какихъ обстоятельствъ зависитъ длина искры, получаемой на этой машинѣ?

6. Какія явленія наблюдаются въ темнотѣ на подвижномъ кругѣ заряженной машины?

Электрическая машина.

1. Опишите устройство обыкновенной электрической машины и способъ заряженія ея.

2. Изложите теорію электрической машины.

3. Переходитъ ли эл. непосредственно на кондукторъ? — Какое назначеніе имѣютъ вилки кондуктора? — Для чего верхняя половина стекла покрывается тафтою? — Вся ли поверхность стекла во время его вращенія наэлектризована, предполагая, что машина имѣетъ только одинъ кондукторъ?

4. Для чего въ электрическихъ машинахъ иногда употребляютъ два кондуктора, и какъ въ этомъ случаѣ относительно ихъ расположены стекло и подушки машины?

5. Какъ отводится въ землю эл. подушекъ во время дѣйствія машины, и если при поворачиваніи стекла подушки и кондукторъ соединены проводникомъ, то заряжается ли машина?

6. По какому явленію можно узнать, что, при условіяхъ предъидущаго вопроса, разложеніе эл. происходитъ также, какъ и въ случаѣ несоединенія подушекъ съ кондукторомъ?

7. Какъ устроенъ электроскопъ *Генлея* (Henley)?—Какое его назначеніе и въ какомъ мѣстѣ онъ долженъ быть прикрѣпленъ въ машинѣ?

8. Когда заряженіе электрической машины перестаетъ усиливаться, хотя продолжаемъ поворачивать стекло?

9. Сравните электр. машину съ приборомъ *Рисса*, и укажите различіе между этими двумя приборами.

10. Почему электр. машина дѣйствуетъ въ сыромъ мѣстѣ слабѣе, чѣмъ въ сухомъ? — Какія предосторожности нужно употребить, чтобы дѣйствіе ея было какъ можно сильнѣе?

Опыты съ электрической машиной.

1. Какъ объясняется полученіе искры при приближеніи пальца или другого проводника къ кондуктору электрической машины?

2. Какое вліяніе на заряженіе машины имѣетъ остріе на шарикѣ кондуктора?

3. Какія явленія во время заряженія машины наблюдаются въ темнотѣ на остріяхъ, прикрѣпленныхъ къ шарику кондуктора и къ шарику подушекъ? — Какъ объясняются эти явленія?

4. Какого вида электрическая искра, и какъ зависитъ этотъ видъ отъ взаимнаго разстоянія проводниковъ, между которыми искра перескакиваетъ?

5. Въ какомъ состояніи находится воздухъ въ мѣстѣ образованія искры, и какія явленія указываютъ на такое состояніе воздуха?

6. Какое явленіе обнаруживаетъ пламя свѣчи или легкая бумажная лента, приближенная къ шарику кондуктора, особенно, когда къ нему привинчено остріе?—Чѣмъ объясняется это явленіе?

7. Какой видъ принимаетъ электрическая искра въ пространствѣ разряженнаго воздуха или иного газа, и какъ измѣняется проводимость газа для эл. съ измѣненіемъ его упругости?

8. Проходитъ ли эл. чрезъ пустое пространство барометра, и къ какому заключенію привели изслѣдованія относительно проводимости абсолютной пустоты?

9. Какъ объясняется наэлектризованіе уединеннаго проводника, приведеннаго въ непосредственное соединеніе съ кондукторомъ машины?

10. Какими опытами съ электр. машиной можно удостовѣриться, что человѣческое тѣло есть хорошій проводникъ для электричества?

11. Какъ объясняются опыты, извѣстные подъ названіями: электрическая пляска, иллюминація, звонъ и проч.?

12. Какъ объясняется опытъ съ пистолетомъ Вольта?

13. Какъ объясняется движеніе Франклинова колеса?

14. Почему струя фонтана разсыпается на мелкіе брызги подъ вліяніемъ эл.?

15. На какомъ началѣ основано объясненіе всѣхъ опытовъ, производимыхъ помощью электрич. машины?

Приборы для сгущенія электричества.

1. Когда уединенный проводникъ помощью проволоки соединенъ съ постояннымъ источникомъ эл., то какъ измѣняется напряженіе эл. на поверхности такого проводника?—Какъ это измѣненіе можетъ быть изслѣдовано на опытѣ? — Къ какому предѣлу стремится напряженіе эл. въ каждомъ мѣстѣ поверхности проводника, и какимъ терминомъ обозначается это предѣльное состояніе проводника?

2. Отъ какихъ обстоятельствъ зависитъ количество эл., заряжающее данный проводникъ до насыщенія, и какъ вмѣстѣ съ ними измѣняется степень насыщенія проводника?

3. Какимъ образомъ возможно связать эл. на заряженномъ, уединенномъ проводникѣ?

4. Если къ заряженному, уединенному проводнику приблизить второй проводникъ, сообщенный съ землею, то возможно ли на первомъ проводникѣ связать *все* находящееся на немъ эл.?

5. Если на уединенномъ проводникѣ связать часть его эл. послѣ того, какъ онъ былъ заряженъ до насыщенія, то какое количество эл. можетъ быть вновь сообщено тому же проводнику, чтобъ онъ снова зарядился до насыщенія?

6. Составимъ приборъ изъ двухъ металлическихъ круговъ *A* и *B*, между которыми помѣстимъ стеклянную пластинку *C*; нижній кругъ *B* уединимъ отъ земли стеклянной ножкой, а верхній — *A* снабдимъ стеклянной ручкой. — Къ нижней поверхности *B* и къ верхней поверхности круга *A* придѣлаемъ обыкновенные бузинные электроскопы. — Если для заряженія прибора соединимъ кругъ *A* съ кондукторомъ электр. машины, т. е. сдѣлаемъ кругъ *A* — *коллекторомъ* (collector), то какое явленіе обнаружатъ вышеуказанные элекроскопы? — Какъ измѣняются ихъ показанія, когда мы *конденсаторъ* (condensator) *B* сообщимъ съ землею, и что они покажутъ, когда мы послѣ того снимемъ кругъ *A* за его рукоятку со стекляннаго круга?

7. Если послѣ предъидущихъ опытовъ снять стеклянный кругъ съ его подставы, то что покажетъ электроскопъ на конденсаторѣ *B*?

8. Что, наконецъ, покажутъ электроскопы, когда мы снова сложимъ приборъ, и къ какому заключенію должно придти, относительно мѣста скопленія эл. въ приборѣ?

9. На которомъ изъ круговъ *A* и *B* предъидущаго прибора напряженіе эл. было больше? въ какомъ состояніи находилось на нихъ электричество, и на которомъ изъ нихъ осталось электричество въ свободномъ состояніи?

10. Какимъ образомъ предъидущій приборъ послѣ заряженія можетъ быть постепенно разряженъ, и какъ онъ разряжается мгновенно?

11. Какъ объясняется полученіе второго разряда, послѣ мгновеннаго разряженія прибора?

12. Отъ какихъ условій зависитъ степень сгущенія эл. въ

устроенномъ нами приборѣ, при опредѣленныхъ размѣрахъ его, и какъ вычисляется степень сгущенія электричества на кругахъ *A* и *B*?

Лейденская банка.

1. Въ какомъ видѣ приборъ для сгущенія эл. называется *Лейденскою* банкою?

2. Какъ устроенъ разрядникъ для разряженія лейденской банки, и какъ онъ употребляется?

3. Если черезъ пробку, закрывающую бутылку съ водою, пропустить проволоку допогруж енія ея конц авъ воду, и, взявъ бутылку въ руку, приблизить другой конецъ проволоки къ кондуктору электр. машины, то бутылка заряжается и разряжается подобно лейденской банкѣ. — Какія тѣла замѣняютъ въ этомъ случаѣ обкладки лейденской банки?

4. Почему при употребленіи опредѣленной электр. машины насильнѣйшее заряженіе получается на лейденской банкѣ нѣкоторой опредѣленной величины, такъ что съ увеличеніемъ поверхностей обкладокъ банки заряженіе ростетъ только до нѣкотораго опредѣленнаго предѣла?

5. Какимъ образом ъустроиваются баттареи изъ отдѣльныхъ лейденскихъ банокъ?

6. Какимъ образомъ устроенъ приборъ для пробиванія стекла и камня помощью разряда лейденской баттареи, и какъ должно употребить этотъ приборъ для означеннаго опыта?

7. Какое дѣйствіе имѣетъ разрядъ лейденской банки на горизонтальную магнитную стрѣлку, если въ проводникъ, соединяющій обкладки банки, введена мокрая нить? — Какое вліяніе имѣетъ въ этомъ опытѣ такая нить?

8. Какъ должны быть произведены опыты для обнаруживанія химическаго дѣйствія и нагрѣвательной силы во время разряженія лейденской баттареи?

9. Какое явленіе наблюдается на колодѣ картъ, пробитой искрою отъ разряженія лейденской баттареи?

10. Какимъ образомъ при помощи лейденской банки получаются *Лихтенберговы* фигуры (Lichtenberg's Staubfiguren) на

смоляномъ кругѣ электрофора? — Какая разница между *положительной* и *отрицательной* фигурой, и какъ получаются эти разнородныя фигуры?

11. Какъ производятся вышеприведенные опыты, и какъ заряжается лейденская банка, если вмѣсто обыкновенной машины употребить машину *Гольца?*

Электроскопъ съ конденсаторомъ.

1. Какимъ образомъ соединяется приборъ для сгущенія эл. съ электроскопомъ?

2. Который кругъ прибора для сгущенія соединенъ съ подвижными пластинками электроскопа: *коллекторъ* или *конденсаторъ?*

3. Почему въ разсматриваемомъ приборѣ стеклянный кругъ прибора для сгущенія замѣняется тонкимъ слоемъ лака?

4. Какъ употребляется электроскопъ, снабженный конденсаторомъ?

5. Въ какихъ случаяхъ конденсаторъ не увеличиваетъ чувствительности электроскопа замѣтнымъ образомъ, и какъ объясняется вліяніе конденсатора на чувствительность электроскопа?

Атмосферное электричество.

1. Какими опытами обнаруживается свободное эл. въ атмосферѣ?

2. Какого рода эл. заряжена атмосфера въ ясную погоду?

3. Наблюденія показали, что напряженіе атмосфернаго эл. ежедневно увеличивается послѣ восхода солнца въ продолженіи нѣсколькихъ часовъ, затѣмъ до полудня начинаетъ убывать; убываніе это продолжается нѣсколько часовъ послѣ полдня и только постепенно переходитъ въ возростаніе, которое въ свою очередь продолжается нѣсколько часовъ послѣ захода солнца.— Ночью наступаетъ новое убываніе напряженія атмосфернаго эл. до восхода солнца слѣдующаго дня.

Соображая указанный ходъ измѣненія напряженія атмосфернаго эл. въ продолженіи сутокъ, сколько въ немъ *максимумовъ* и сколько *минимумовъ*, и въ какія часы дня приблизительно они должны наступать?

4. Наблюденія также показали: 1) что въ продолженіи года *наибольшее* напряженіе атмосфернаго эл. наблюдается въ Январѣ, *наименьшее*—въ Маѣ; 2) что напряженіе эл. при поверхности земли равно нулю и постепенно возростаетъ съ увеличеніемъ высоты мѣста наблюденія;—3) что во время тумана воздухъ сильнѣе заряженъ +е, чѣмъ обыкновенно, но во время дождя, снѣга или другого рода осажденія водяныхъ паровъ воздухъ заряженъ то +е, то —е.—Въ какой связи находятся эти факты съ замѣченнымъ уменьшеніемъ +е атмосферы, когда наступаютъ пасмурная погода или юго-западные вѣтры?

5. Возможно ли уже въ настоящее время съ достаточною вѣроятностью указать источникъ атмосфернаго эл., и какому процессу обыкновенно приписываютъ происхожденіе свободнаго эл. въ воздухѣ?

6. Какіе опыты навели *Франклина* (Franklin) въ Америкѣ и *Ломоносова* въ Россіи на открытіе свободнаго эл. въ атмосферѣ?

7. Какъ объясняется то явленіе, что отдѣльныя облака бываютъ иногда заряжены +е, иногда —е?

8. Почему заряженныя электричествомъ облака только медленно теряютъ свое эл. въ окружающій ихъ воздухъ?—гдѣ въ нихъ скопляется эл. въ наибольшемъ количествѣ, и какое дѣйствіе имѣетъ ихъ электр. на земные предметы?

9. Какого рода эл. скопляется въ вершинахъ земныхъ предметовъ, и какое явленіе есть слѣдствіе взаимодѣйствія электричествъ облака и земнаго предмета? При какомъ условіи эти электр. могутъ соединиться молніею?

10. По какимъ путямъ распространяется эл. по земнымъ предметамъ во время молніи, и какъ объясняются разрушенія, ею производимыя?

11. Въ какихъ горныхъ породахъ отъ удара молніи образуются такъ называемые фульгуриты?

12. Чѣмъ объясняется общераспространенное убѣжденіе, что во время грозы опасно становиться подъ дерево; на сколько эта опасность вѣроятна въ лѣсу или въ мѣстности, изобилующей деревьями и другими высокими предметами?

13. Почему дерево, пораженное молніею, обыкновенно высыхаетъ?

14. Почему сильныя грозы лѣтомъ бываютъ только послѣ жаркихъ дней, а зимнія грозы наступаютъ послѣ холодныхъ дней; если же погода стояла сырая, то нѣтъ вѣроятности, чтобы была гроза?

15. Въ какихъ мѣстахъ земли число грозъ въ продолженіи года наибольшее, и въ какихъ грозъ никогда не бываетъ?

16. Въ какихъ мѣстностяхъ грозы болѣе опасны: въ мѣстностяхъ, близкихъ къ водѣ, или въ болѣе удаленныхъ отъ нея?

17. Какъ объясняются различные виды молніи, и какое участіе при ихъ обсужденіи имѣетъ свойство глаза: сохранять впечатлѣніе свѣта на нѣкоторое время?

18. Когда во время молніи смотрѣть на быстро вращающееся колесо, то видны бываютъ отдѣльныя его спицы, между тѣмъ какъ при дневномъ освѣщеніи не видно спицъ того же вращающагося колеса.—Чѣмъ объясняются эти явленія?

19. Какъ объясняется происхожденіе грома и раскаты его?

20. По какимъ наблюденіямъ можно приблизительно судить о разстояніи грозоваго облака отъ мѣста наблюденія?

21. Какъ объясняется зарница?

22. Какое назначеніе имѣютъ громоотводы? Для чего они на верхнемъ концѣ снабжаются иногда даже позолоченными остріями, а нижніе ихъ концы развѣтвляются и каждая такая вѣтвь проводится либо въ колодезь, либо въ сырую почву земли?

23. Почему громоотводъ должно уединить отъ зданія, для защиты котораго онъ назначается, и какъ велика защищаемая имъ площадь?

24. Почему громоотводъ въ видѣ шеста безполезенъ, если крыша зданія покрыта желѣзомъ и соединена водосточными трубами съ землею?

25. Какъ объясняется такъ называемый *возвратный* ударъ молніи, и можетъ ли такой ударъ случиться въ какой нибудь мѣстности, хотя молнія перескочила между облаками?

26. Опишите и объясните происхожденіе явленія, извѣстнаго подъ названіемъ огней св. Эльма? При какомъ состояніи воздуха это явленіе можетъ произойти?

27. Опишите явленіе сѣвернаго сіянія въ главныхъ его чертахъ.—Въ какой плоскости находится стрѣлка темнаго сегмента, который въ сѣверномъ сіяніи видѣнъ надъ горизонтомъ? Такъ какъ внутри этого темнаго сегмента видны бываютъ звѣзды, то составляетъ ли онъ существенную часть самаго сіянія?

28. Какъ объясняется въ настоящее время явленіе сѣвернаго сіянія на основаніи прохожденія электрической искры черезъ разряженные газы?

29. Какое наблюдено вліяніе сѣвернаго сіянія на склоненіе магнитной стрѣлки?

ГАЛЬВАНИЗМЪ.

Основныя понятія объ электрическомъ токѣ.

1. Какое дѣйствіе веществъ другъ на друга сопровождается разложеніемъ ихъ естественнаго эл.?

2. Какъ производятся опыты, при которыхъ такое разложеніе эл. обнаруживается при горѣніи и при дѣйствіи кислотъ на металлы?

3. Которое изъ дѣйствующихъ въ этихъ случаяхъ веществъ заряжается + е и которое — е?

4. Отъ чего зависитъ напряженіе электричествъ на дѣйствующихъ другъ на друга тѣлахъ въ разсматриваемыхъ случаяхъ?

5. Какъ заряжаются эл. двѣ пластинки изъ разнородныхъ металловъ, раздѣленныя другъ отъ друга папкой, пропитанной такою жидкостью, которая химически дѣйствуетъ на оба металла (гальваническая пара)?

6. Откуда берется + е на менѣе окисляющемся металлѣ?

7. Что называется электровозбудительною силою?

8. Какая сила противудѣйствуетъ электровозбудительной силѣ?

9. Какая величина принята за мѣру электровозбудительной силы?

10. Зависитъ ли электровозбудительная сила отъ величины пластинокъ гальванической пары или отъ того, равны ли онѣ или нѣтъ?

11. Если для одной гальванической пары употребить Cu (мѣдь), Zn (цинкъ) и растворъ H_2SO_4 (сѣрная кислота), а для другой пары: Pl (платина), Zn и тотъ же растворъ кислоты, то чѣмъ объясняется, что электровозбудительная сила второй пары больше, чѣмъ первой?

12. Если бы жидкость, употребленная для гальванической пары, совершенно не дѣйствовала на употребленныя для нея пластинки, или дѣйствовала бы на нихъ одинаково, то появилась ли бы электровозбудительная сила въ такой парѣ?

13. Какими опытами подтверждается отвѣтъ на предъидущій вопросъ?

14. Какъ измѣняется, въ сравненіи съ предъидущимъ, электрическое состояніе гальваначеской пары, когда пластинки ея соединяются металлическимъ проводникомъ электр.?

15. Въ какомъ электрическомъ состояніи находится проволока, соединяющая металлы гальванической пары, и какое названіе дано этому состоянію проводника?

16. Какія точки гальванической пары названы *электродами?* — Которая изъ нихъ названа — *анодомъ* и которая — *катодомъ?*

17. Что называется гальваническою цѣпью, и когда о ней говорятъ, что она замкнута, или разомкнута?

18. Какое свободное эл. обнаруживается на анодѣ, и какое — на катодѣ?

19. Какимъ образомъ въ гальван. цѣпь вводится какое нибудь тѣло?

20. Сколько *электрическихъ* токовъ въ замкнутой цѣпи, и который изъ нихъ опредѣляетъ направленіе *гальваническаго* тока ея?

21. По какому направленію проходитъ токъ черезъ гальваническую пару цѣпи?

22. Чѣмъ отличается токъ гальванической пары отъ электрическаго тока въ проводникѣ, замыкающаго заряженную лейденскую банку, или въ проволокѣ, соединяющей во время разряженія шарики кондуктора и подушекъ электрической машины?

23. При какихъ условіяхъ указанные электрическіе токи уподобляются гальваническому току?

Гальваническіе элементы.

1. Если сосудъ съ растворомъ сѣрной кислоты уединить на стеклянной подставкѣ, затѣмъ, по очереди, погружать въ него *цинковую* и *мѣдную* пластинки, то 1) замѣчается ли какая нибудь разница въ этихъ двухъ опытахъ? 2) если погруженную пластинку привести въ прикосновеніе съ электроскопомъ, снабженнымъ конденсаторомъ, котораго коллекторъ сдѣланъ изъ того же металла, изъ какого сдѣлана погруженная пластинка, то какимъ эл. окажутся обѣ пластинки наэлектризованными?

2. Если въ уединенный сосудъ съ растворомъ сѣрной кислоты погрузить обѣ пластинки: мѣдную и цинковую, и затѣмъ изслѣдовать ихъ электроскопомъ, то какими электричествами онѣ окажутся заряженными, предполагая, что пластинки не касаются другъ друга?

3. Какъ измѣнятся предъидущіе опыты, если вмѣсто обыкновенной цинковой пластинки мы употребимъ покрытую ртутью, т. е. амалгамированную?

4. Какого рода газъ отдѣлялся въ приборѣ при предъидущихъ опытахъ, и на которой пластинкѣ замѣчалось его выдѣленіе?

5. Какое различие наблюдается, относительно выдѣленія газа, на пластинкахъ, когда онѣ обѣ погружены въ жидкость и внѣ ея приведены въ металлическое соприкосновеніе?

6. Какое электрическое состояніе долженъ принять соединяющій проводникъ въ предъидущемъ приборѣ, и какое названіе, вслѣдствіе того, дано предъидущему прибору?

7. По какому признаку, на основаніи предъидущаго, можно узнать, существуетъ ли токъ въ цѣпи составленнаго нами элемента?

8. Чтобы составить элементы, подобные предъидущему, изъ другихъ металловъ и другихъ жидкостей, то какія условія должны быть выполнены при выборѣ ихъ?

9. Какое число разнородныхъ веществъ необходимо для составленія простаго гальваническаго элемента, и въ числѣ ихъ сколько должно быть жидкостей?

Элементъ Вульстена.

1. Какія вещества входятъ въ составъ элемента Вульстена (Wollaston), какой въ немъ происходитъ химическій процессъ, и для чего въ этомъ элементѣ Cu обхватываетъ Zn съ двухъ сторонъ?

2. Какъ измѣняется жидкость и Zn въ этомъ элементѣ, и какое явленіе наблюдается въ немъ на Cu, когда элементъ замкнутъ?

3. Какія причины постепеннаго ослабѣванія тока этого элемента, и чѣмъ объясняется, что если на нѣкоторое время разомкнуть его и потомъ снова замкнуть, то вновь являющійся токъ сильнѣе прекратившагося; также, если кисточкой удалить газъ H съ пластинки Cu, то токъ усиливается?

4. Какъ называется элементъ, котораго токъ быстро ослабѣваетъ, и чего должно стремиться достигнуть, чтобы токи элементовъ были постоянны?

5. На основаніи какихъ соображеній устроены такъ называемые постоянные элементы?—Какое значеніе въ нихъ имѣетъ глиняный сосудъ?

Постоянные гальваническіе элементы.

1. Какія составныя вещества элемента *Даніеля* (Daniel)?—Какое устройство ему дано?—Какой въ немъ происходитъ химическій процессъ? — Какое назначеніе раствора мѣднаго купороса и для чего онъ постоянно насыщается? — Въ продолженіи какого времени можно принять, что элементъ Даніеля постояненъ и отъ чего въ немъ должно произойти измѣненіе тока? — Чѣмъ объясняется осажденіе Cu на мѣдной пластинкѣ? — Какимъ образомъ узнать, что токъ проходилъ черезъ элементъ въ то время, какъ онъ былъ замкнутъ?

2. Какое устройство элемента *Мейдингера* (Maidinger)?—Чѣмъ онъ отличается отъ элемента Даніеля?—Какая жидкость употребляется въ немъ вмѣсто раствора сѣрной кислоты? — Какимъ образомъ насыщается растворъ мѣднаго купороса? — Чѣмъ раздѣлены жидкости въ этомъ элементѣ?

3. Изъ какихъ веществъ составленъ элементъ *Грове* (Grove)?—Какъ онъ устроенъ?—Какая цѣль замѣненія мѣди болѣе дорогою платиною?—Почему въ тоже время нужно было замѣнить мѣдный купоросъ другою жидкостью, и на чемъ основанъ выборъ азотной кислоты? — Какой химическій процессъ происходитъ въ этомъ элементѣ, и какъ разлагается азотная кислота?

4. Чѣмъ отличается элементъ *Бунзена* (Bunsen) отъ элемента *Грове*?—Какого сорта уголь для него употребляется?—Какою жидкостью предложено было замѣнить азотную кислоту сперва *Поггендорфомъ* (Poggendorff), а потомъ *Мари-Деви* (Marié-Davy)? — Почему элементъ Бунзена съ хромовою кислотою все-таки дѣйствуетъ непостоянно, хотя нѣтъ выдѣленія газа, и отъ чего токъ усиливается послѣ размыканія цѣпи на нѣкоторое время?

5. Какія вещества употребилъ *Лекланше* (Leclanché) для своего элемента?—Сколько жидкостей въ составѣ его?—Опишите химическій процессъ въ этомъ элементѣ и объясните: почему цинкъ можетъ быть неамалгамированъ?

6. Какія вещества употребили *Буфъ* и *Бунзенъ* (Buff und Bunsen) для своего элемента? —Какое устройство далъ этому элементу *Греньe* (Grenier)?—Въ чемъ состоитъ удобство такого устройства?—Почему токъ этого элемента непостояненъ, хотя въ немъ нѣтъ выдѣленія газа?

Дѣйствіе тока на магнитную стрѣлку.

1. Какъ обнаруживается дѣйствіе гальваническаго тока на горизонтальную магнитную стрѣлку?—Изъ какого своего нормальнаго положенія отклоняется стрѣлка, и отъ чего зависитъ направленіе и величина этого угла отклоненія?

2. Какое правило далъ *Амперъ* (Ampère) для опредѣленія направленія отклоненія сѣвернаго полюса магнитной стрѣлки, когда извѣстно направленіе тока?

3. Объясните это правило Ампера при помощи чертежей, причемъ измѣняйте положеніе проводника относительно магнитной стрѣлки и направленіе тока въ проводникѣ.

Гальваноскопы.

1. Какъ устроенъ гальваноскопъ *Фехнера* (Fechner)? — Когда онъ введенъ въ замкнутую гальваническую цѣпь, то отклоняется ли магнитная стрѣлка прибора всѣми частями его оборота въ одну и туже сторону?

2. Какія силы противодѣйствуютъ другъ другу при дѣйствіи тока на магнитную стрѣлку?

3. Какъ по направленію отклоненія магнитной стрѣлки можно узнать направленіе тока въ оборотѣ гальваноскопа? — Какое правило далъ на это *Булюбашъ*?

4. Если оборотъ гальваноскопа сперва установленъ въ плоскости магнитнаго меридіана и потомъ замкнута цѣпь, то какъ измѣняется отклоненіе стрѣлки при поворачиваніи оборота въ сторону, противуположную ея отклоненію? — Какое положеніе принимаетъ стрѣлка, когда направленіе тока перпендикулярно къ плоскости магнитнаго меридіана?

5. При какомъ направленіи тока относительно магнитнаго меридіана отклоненіе стрѣлки имѣетъ наибольшую величину, и какъ измѣняется это отклоненіе, когда токъ поворачивается въ сторону отклоненія стрѣлки? — По какому направленію дѣйствуетъ токъ на полюсъ магнитной стрѣлки?

6. Какимъ образомъ Швейгеръ (Schweigger) усилилъ въ гальваноскопѣ дѣйствіе тока на магнитную стрѣлку?

7. Какое названіе дано системѣ проволочныхъ оборотовъ, расположенныхъ параллельно другъ другу?

8. Для чего проволока мультипликатора обвита шелкомъ, шерстью и вообще какимъ нибудь дурнымъ проводникомъ электричества?

9. Какое устройство далъ *Швейгеръ* своему гальваноскопу?—Почему магнитная стрѣлка должна быть помѣщена внутри мультипликатора, и какъ наблюдается отклоненіе ея?

10. Какимъ образомъ долженъ быть установленъ мультипликаторъ при введеніи гальваноскопа въ цѣпь для наблюденій?

11. Какіе токи, дѣйствующіе на гальваноскопъ, равны между собою?

12. Всѣ ли обороты мультипликатора одинаково сильно дѣйствуютъ на магнитную стрѣлку, и чѣмъ обусловленъ предѣлъ для увеличенія числа оборотовъ мультипликатора?

13. Какъ сравнить два гальваноскопа относительно ихъ чувствительности?

14. Какъ зависитъ чувствительность гальваноскопа отъ степени намагничиванія стрѣлки, и отъ большей или меньшей силы земнаго магнетизма?

15. Какимъ образомъ устроена система магнитныхъ стрѣлокъ, на которую дѣйствіе земнаго магнетизма слабѣе, чѣмъ на каждую стрѣлку отдѣльно? — Какъ называется такая система магнитныхъ стрѣлокъ, и какъ въ ней должны быть расположены ихъ магнитныя оси?

16. Какимъ образомъ астатическая система стрѣлокъ ввѣшивается въ мультипликаторъ?

17. Выгодно ли употребить для гальваноскопа вполнѣ астатическую систему стрѣлокъ, если требуется сравнивать различные токи?

18. Какъ объяснить, что различныя части оборота мультипликатора неодинаково дѣйствуютъ на обѣ стрѣлки астатической системы?

19. Кто первый употребилъ астатическую систему стрѣлокъ въ гальваноскопахъ?

20. Почему магнитныя стрѣлки навѣшиваются въ гальваноскопахъ Швейгера и *Нобили* (Nobili) на коконовыхъ нитяхъ, а не на обыкновенныхъ шелковинкахъ?

21. Чѣмъ объяснить, что магнитная стрѣлка гальваноскопа иногда приходитъ во вращеніе?

ГАЛЬВАНОМЕТРЫ.

Тангенсъ буссоль.

1. Почему вышеразсмотрѣнные приборы Швейгера и Нобили не могутъ быть названы *гальванометрами*?

2. Представьте себѣ проволоку, замыкающую гальваническую цѣпь и натянутую по направленію магнитнаго меридіана.—Подъ этой проволокой пусть находится магнитная стрѣлка, которая дѣйствіемъ тока отклонена на уголъ $= x$, напр. къ западу.—Принявъ полюсы стрѣлки за точки приложенія дѣйствующихъ на нее силъ земнаго магнетизма и тока, отмѣтьте прямыми линіями направленія этихъ силъ, помня, что токъ дѣйствуетъ на полюсъ магнита перпендикулярно къ своему собственному направленію.—Что тогда указываетъ направленіе оси отклоненной токомъ магнитной стрѣлки?—Если отложить на линіи, направленной по магнитному меридіану, величину земнаго магнетизма, и построить параллелограмъ силъ, то что выразитъ вторая составляющая этого параллелограма?—Какою формулою выразится эта ве-

личина дѣйствія тока въ зависимости отъ силы земнаго магнетизма и отъ угла отклоненія стрѣлки = α?

3. Какое вліяніе имѣетъ длина стрѣлки на уголъ ея отклоненія, при этомъ способѣ измѣренія дѣйствія тока?

4. Предполагая длину стрѣлки весьма малою въ сравненіи съ ея разстояніемъ отъ дѣйствующаго на нее тока, какъ выразится отношеніе между дѣйствіями F и F′ двухъ токовъ, направленныхъ по магнитному меридіану и отклоняющихъ одну и туже магнитную стрѣлку на углы α и α'?

5. Если при предъидущей установкѣ проводника принять, что токъ, принимаемый за единицу сравненія, отклоняетъ стрѣлку на 45°, то какою величиною выразится дѣйствіе тока, отклоняющаго туже стрѣлку на уголъ = x?

6. Отъ какихъ условій зависитъ большая или меньшая величина угла отклоненія стрѣлки при томъ же токѣ и тойже силѣ земнаго магнетизма, и какъ измѣняется дѣйствіе одного и того же тока при увеличиваніи разстоянія стрѣлки отъ него?

7. Какъ устроена *Тангенсъ-буссоль* и почему она употребляется только для измѣренія сильныхъ токовъ?—Какимъ образомъ она вводится въ цѣпь гальваническаго элемента, и какъ она устанавливается для измѣренія силы тока?

Синусъ-Буссоль.

1. Представьте себѣ, что токъ, направленный въ плоскости магнитнаго меридіана, отклонилъ магнитную стрѣлку на нѣкоторый уголъ.—Если двигать токъ въ горизонтальной плоскости вслѣдъ за магнитной стрѣлкой, то при уменьшеніи отклоненія она достигнетъ такого положенія, при которомъ токъ и ось ея снова находятся въ одной вертикальной плоскости. Если вы теперь построите параллеллограмъ силъ, дѣйствующихъ на полюсы стрѣлки, и зададите себѣ величину силы земнаго магнетизма, то какою формулою выразится дѣйствіе тока въ зависимости отъ земнаго магнетизма и угла отклоненія стрѣлки изъ плоскости магнитнаго меридіана?

2. Какъ при этомъ способѣ наблюденія должны относиться между собою дѣйствія двухъ токовъ, когда углы отклоненія стрѣлки были α и α'?

3. Зависитъ ли уголъ отклоненія стрѣлки отъ длины ея въ этомъ способѣ измѣренія тока?

4. Если принять, что уголъ отклоненія = 30° соотвѣтствуетъ единичному дѣйствію тока, то какъ выражается дѣйствіе каждаго другого тока при тѣхъ же условіяхъ?

5. Какъ устроена *Синусъ-буссоль*? какъ она вводится въ цѣпь, и какъ она устанавливается въ началѣ измѣренія токовъ?—Въ чемъ состоятъ ея преимущества и недостатки въ сравненіи съ тангенсъ-буссолью?

Изученіе электрическаго состоянія веществъ во время химической реакціи.

1. Какимъ образомъ примѣняются гальваноскопы для изслѣдованія напряженія и рода свободныхъ электричествъ на тѣлахъ, дѣйствующихъ химически другъ на друга?

2. Какъ устроивается приборъ для обозначеннаго изслѣдованія, когда жидкость дѣйствуетъ на металлъ, и какъ онъ долженъ быть устроенъ, когда двѣ жидкости дѣйствуютъ другъ на друга?

3. Къ какимъ результатамъ привели эти изслѣдованія?

4. Если для каждой жидкости распредѣлить металлы въ рядъ по тому порядку, по которому ослабѣваетъ дѣйствіе разсматриваемой жидкости на нихъ, то получаются ли одинаковые ряды для различныхъ жидкостей?

Открытіе и предложенныя теоріи гальваническаго тока.

1. Какое первоначальное наблюденіе послужило основаніемъ для открытія гальваническаго тока?—Кѣмъ оно сдѣлано, и въ которомъ году?

2. Какъ объясняется въ настоящее время первоначально замѣченный Гальвани (Galvani) фактъ?

3. Кто первый занялся болѣе подробнымъ изученіемъ новаго явленія, замѣченнаго *Гальвани*?

4. Почему *Вольта* (Volta) не принялъ объясненія Гальвани и считалъ болѣе вѣроятнымъ, что разложеніе электричествъ происходитъ въ мѣстѣ прикосновенія разнородныхъ металловъ?

5. Какіе опыты *Гальвани* заставили однако *Вольта* допустить, что при прикосновеніи металла къ нервамъ лягушки и даже при прикосновеніи двухъ разнородныхъ нервовъ, и вообще двухъ разнородныхъ веществъ также происходитъ разложеніе ихъ естественныхъ эл., хотя и въ меньшей степени, чѣмъ при прикосновеніи разнородныхъ металловъ?

6. Въ какой рядъ Вольта распредѣлилъ металлы относительно ихъ способности заряжаться эл. при соприкосновеніи ихъ, и чему по его наблюденіямъ равна электровозбудительная сила для двухъ металловъ этого ряда относительно электровъ.

силъ при соприкосновеніи промежуточныхъ между ними металлами того же ряда?

7. Какія вещества Вольта называлъ *электровозбудителями 1-го класса*, и какія—*возбудителями 2-го класса?*

8. Въ чемъ состоитъ основная идея электрохимической теоріи, и какіе факты приводятся въ пользу ея?

9. Какимъ образомъ по электрохимической теоріи объясняются опыты, приведенные Вольта въ подтвержденіе своей теоріи?

10. Въ чемъ состоитъ главное опроверженіе, противъ теоріи соприкосновенія Вольта, выводимое изъ началъ механики?

Измѣреніе силы гальваническаго тока.

1. Какое электрическое состояніе наблюдается на электродахъ разомкнутой цѣпи, и чему на нихъ равна сумма напряженій электричествъ?

2. Какое электрическое состояніе принимаетъ цѣпь въ моментъ ея замыканія?

3. Если въ цѣпь введенъ гальваноскопъ, котораго стрѣлка при замыканіи цѣпи отклонилась на уголъ $=a$, то какъ измѣняется этотъ уголъ отклоненія при введеніи еще новыхъ тѣлъ въ туже цѣпь?

3. Какъ представляютъ себѣ вліяніе тѣлъ на проходящій черезъ нихъ гальваническій токъ, и какъ раздѣляются вещества относительно этого свойства?

4. Въ какомъ соотношеніи находится сопротивленіе веществъ гальваническому току къ ихъ проводимости для электричества, и если проводимость вещества для эл. обозначена черезъ a, то какъ выразится сопротивленіе того же вещества гальваническому току?

5. Отъ какихъ факторовъ, на основаніи всего сказаннаго о гальваническомъ токѣ, зависитъ дѣйствіе его на данное тѣло?

6. Какая единица предложена русскимъ академикомъ *Якоби* (Jacobi) для измѣренія сопротивленія проводниковъ гальваническому току?

7. Какая единица сопротивленія принята въ настоящее время по предложенію *Сименса* (Simens)?

Устройство агометра или реостата.

1. Какъ устроенъ приборъ *Уитстона* (Wheatstone), усовершенствованный Якоби, для введенія въ цѣпь различныхъ частей одной и той же проволоки, такъ, чтобы отношеніе между длинами введенныхъ частей проволоки могло быть точно разсчитано?

2. Для чего проволока навита въ этомъ приборѣ на мраморный цилиндръ и вкладывается въ сдѣланный на немъ винтовый нарѣзъ, и какимъ образомъ закрѣплены концы этой проволоки?

3. На какихъ частяхъ прибора отсчитывается число полныхъ оборотовъ и число сотыхъ частей одного оборота проволоки агометра, введенной въ цѣпь?

4. Какимъ образомъ агометръ вводится въ цѣпь, и какъ онъ долженъ быть установленъ: 1) когда въ цѣпь не должно быть введено ни одного оборота его проволоки, и 2) когда въ цѣпь должны быть введены всѣ обороты ея?

5. Какія части агометра, при введеніи его въ цѣпь, входятъ въ составъ соединительныхъ проволокъ цѣпи?

6. На какія обстоятельства должно обратить особое вниманіе, чтобы токъ могъ проходить черезъ проволоку агометра, не встрѣчая большаго сопротивленія, независящаго отъ длины введенной проволоки?

7. Изъ какихъ приборовъ должна быть составлена гальваническая цѣпь, послѣ введенія въ нее какого нибудь тѣла, когда токъ долженъ быть удержанъ при одной и той же силѣ?

8. Какимъ образомъ опредѣляется: какое число оборотовъ агометра представляетъ току сопротивленіе, равное принятой единицѣ?

9. Въ какомъ порядкѣ производятся наблюденія, когда требуется опредѣлить число оборотовъ агометра, которыхъ сопротивленіе току равно сопротивленію даннаго тѣла?

10. Изъ какихъ веществъ должны быть сдѣланы *электроды*, когда требуется опредѣлить сопротивленіе, оказываемое току какою нибудь жидкостью, и почему въ этомъ случаѣ электроды не могутъ быть взяты изъ какого угодно металла?

Законы измѣненія сопротивленія проводниковъ гальваническому току.

1. По какимъ законамъ измѣняется сопротивленіе металлическихъ проволокъ и пластинокъ съ измѣненіемъ ихъ размѣровъ?

2. По какимъ законамъ измѣняются сопротивленія жидкостей съ измѣненіемъ размѣровъ объема жидкости, введеннаго въ цѣпь, когда поверхность электродовъ равна поперечному сѣченію столба жидкости, введеннаго въ цѣпь?

3. Какія отступленія отъ предъидущаго закона наблюдены, когда поверхность электродовъ меньше поперечнаго сѣченія слоя жидкости, введеннаго въ цѣпь, и чѣмъ объясняются эти отступленія?

4. Какія вліянія имѣетъ температура на сопротивленіе металловъ и на сопротивленіе жидкостей?

5. Какой металлъ оказываетъ току наименьшее сопротивленіе, и какое сопротивленіе оказываетъ току химически чистая вода?

6. Почему токъ можетъ образоваться въ цѣпи только постепенно, и къ какимъ результатамъ привели изслѣдованія скорости электрическаго тока?

Законы измѣненія электровозбудительной силы.

1. Почему электровозбудительная сила на полюсахъ цѣпи не можетъ зависѣть ни отъ вида и величины пластинокъ элемента, ни отъ степени погруженія ихъ въ жидкость, ни отъ взаимнаго ихъ разстоянія? — Почему однако всѣ эти измѣненія въ элементѣ имѣютъ вліяніе на *силу тока* въ цѣпи?

2. Какое вліяніе имѣетъ замѣна одного вещества другимъ на электровозбудительную силу элемента и на силу тока въ цѣпи?

3. Какое вліяніе имѣетъ сгущенность растворовъ на электровозбудительную силу, и одинаково ли это вліяніе при прикосновеніи металловъ или угля къ жидкостямъ и при химическомъ дѣйствіи жидкостей другъ на друга?

4. Какое вліяніе имѣетъ температура на электровозбудительную силу, и чѣмъ оно объясняется?

Составленіе гальваническихъ баттарей.

1. Всякое ли соединеніе элементовъ составляетъ гальваническую баттарею?

2. Какимъ образомъ отдѣльные элементы соединяются *послѣдовательно* въ одну баттарею, и что въ этомъ случаѣ представляетъ каждый элементъ относительно совокупности всѣхъ остальныхъ?

3. Представивъ на чертежѣ замкнутую баттарею, состоящую изъ нѣсколькхъ послѣдовательно соединенныхъ элементовъ, и предположивъ, что въ цѣпь введено еще какое нибудь тѣло, укажите: въ какомъ порядкѣ черезъ баттарею и черезъ тѣло проходятъ токи 1-го, 2-го, и т. д. элементовъ. — Если элементы одинаковы, то почему дѣйствіе каждаго элемента на тѣло должно быть одинаково, и чему должно быть равно совокупное ихъ дѣйствіе на тѣло?

4. Если предположить электровозбудительную силу каждаго элемента въ вышесоставленной баттареѣ $= k$, то чему должна быть равна эта сила для всей баттареи, которой число элементовъ $= n$; а если сопротивленіе каждаго элемента $= r$, то чему должно быть равно сопротивленіе баттареи?

5. Въ какой мѣрѣ должно увеличиваться напряженіе электричествъ на эклетродахъ баттареи съ увеличеніемъ числа составляющихъ ее элементовъ, и какъ объяснить, что *Гассіотъ* (Gassiot) могъ увеличить напряженіе эл. на электродахъ своей баттареи до того, что между ними перескакивала электрическая искра въ 2 миллиметра длины въ продолженіи почти мѣсяца?

Столбы Вольта и Замбони.

1. Какую форму далъ Вольта гальванической баттареѣ, названной, по его имени, Вольтовымъ столбомъ? — Въ какомъ порядкѣ въ ней распредѣлялись мѣдные и цинковые кружки, и какую роль Вольта приписывалъ положеннымъ между ними кружкамъ мокрой папки?

2. Если столбъ правильно устроенъ и уединенъ, то какъ на немъ распредѣляется свободное электричество, и какъ велико его напряженіе въ серединѣ и на концахъ столба?

3. По какому закону, по наблюденіямъ Вольта, измѣняется напряженіе свободнаго электричества на концахъ или на полюсахъ столба съ измѣненіемъ числа его паръ?

4. Какъ измѣняется напряженіе свободнаго эл. на полюсѣ уединеннаго столба, когда другой его полюсъ металлическимъ проводникомъ соединенъ съ землею?

5. Если сравнить столбъ Вольта съ баттареею, составленною изъ гальваническихъ элементовъ, соединенныхъ послѣдовательно, то какое значеніе получаютъ крайніе металлическіе кружки столба?

6. Почему напряженіе эл. на полюсѣ столба или баттареи дѣлается вдвое больше, когда другой полюсъ этихъ приборовъ сообщается проводникомъ съ землею?

7. Почему разность напряженій свободнаго электричества на полюсахъ баттареи не зависитъ отъ уединенія ея, и почему въ баттареи электрическій токъ не долженъ прекратиться, когда оба полюса ея соединены съ землею проводникомъ? — Чему должна быть равна электровозбудительная сила баттареи въ это время?

8. Чѣмъ объясняется, что электрическое напряженіе на электродахъ баттареи послѣ разряженія ея не возстановляется мгновенно, но требуетъ иногда промежутка времени, который можетъ быть удобно измѣренъ?

9 Какъ и съ какою цѣлью устроенъ столбъ *Замбони* (Zamboni)?

10. Объясните приложеніе столба Замбони въ электроскопѣ *Фехнера.*

Баттарея, состоящая изъ параллельно соединенныхъ элементовъ.

1. Если, при составленіи гальванической цѣпи, полюсы элемента соединены не однимъ, но нѣсколькими проводниками, то какъ распредѣляется токъ по этимъ проводникамъ, и при какомъ условіи токи въ нихъ будутъ равны?

2. Если простой гальваноскопъ, замыкающій цѣпь элемента, показываетъ отклоненіе $=\alpha$, то почему при употребленіи короткихъ соединительныхъ проволокъ отклоненіе стрѣлки гальваноскопа должно увеличиться при вставленіи другаго элемента вмѣсто прежняго, когда новый элементъ составленъ изъ тѣхъ же веществъ, какъ первый, но размѣры его больше?

3. Почему въ предъидущемъ опытѣ незамѣтно измѣненія отклоненія, когда соединительныя проволоки, замыкающія элементы, весьма длинны или весьма тонки?

4. Почему въ опытѣ, подобномъ предъидущему, не можетъ произойти измѣненія отклоненія гальваноскопа, если измѣняется не величина, но только *видъ* элемента?

5. Если соединить между собою всѣ угли и всѣ цинки нѣсколькихъ элементовъ Бунзена, то сколько элементовъ составитъ такая группа? — Чему равны возбудительная сила и сопротивленіе такой группы, если эти величины для каждаго элемента, входящаго въ ея составъ, обозначить соотвѣтственно черезъ k и r, а число элементовъ было $=$ q?

6. Почему вышеприведенное соединеніе элементовъ въ одну группу названо *параллельнымъ* соединеніемъ элементовъ?

7. Сколько группъ можно составить изъ 12 элементовъ, соединяя ихъ параллельно по 2, по 3, и т. д., и сколько составится баттарей изъ 12 элементовъ, соединяя составленныя изъ нихъ группы *послѣдовательно?*

8. Если возбуд. сила элемента $=$ k, сопротивленіе его $=$ r, а все число элементовъ $=$ 12, то какъ велики возбуд. сила и сопротивленіе баттареи, составленной изъ 4 группъ по 3 элемента и другой баттареи, составленной изъ 3 группъ по 4 элемента?

9. Равны ли *количества электричества* на электродахъ одного элемента и группы, составленной изъ нѣсколькихъ элементовъ?

Формула Ома и изслѣдованіе ея.

1. Какую формулу вывелъ Омъ (Ohm) для выраженія *дѣйствія тока* на тѣло въ данной гальванической цѣпи?

2. Если представить формулу Ома въ видѣ $F=\frac{K}{R}$, то ка-

кія значенія имѣютъ буквы F, K и R, и дѣйствіе какого тока въ этомъ случаѣ принято за единицу?

3. Какой видъ принимаетъ формула Ома, когда въ ней хотимъ отличить сопротивленіе баттареи = L отъ сопротивленія проводниковъ = l, соединяющихъ полюсы баттареи?

4. Если обозначить возбуд. силу элемента черезъ k, а сопротивленіе его черезъ r, то какой видъ принимаетъ формула Ома для баттареи, состоящей изъ n элементовъ, соединенныхъ послѣдовательно, когда сопротивленіе проводниковъ, соединяющихъ полюсы баттареи = l?

5. Какъ измѣнится предъидущая формула, если мы предъидущіе n элементовъ соединимъ въ группы, изъ которыхъ каждая состоитъ изъ q элементовъ, соединенныхъ параллельно?

6. Какъ измѣнятся предъидущіе двѣ формулы, если предположимъ, что сопротивленіе проводника l такъ велико, что въ сравненіи съ нимъ сопротивленіе элемента = r можетъ быть принято = 0? — Сравните эти результаты съ дѣйствіемъ одного элемента на тотъ же проводникъ?

7. Приложите предъидущія формулы къ тому случаю, когда сопротивленіе проводника = l можетъ быть принято = 0 въ сравненіи съ сопротивленіемъ r одного элемента, и сравните результатъ съ дѣйствіемъ тока одного элемента на тотъ же проводникъ?

8. Если же сопротивленіе проводника, соединяющаго полюсы баттареи, нельзя признать ни безконечно большимъ, ни = 0 въ сравненіи съ сопротивленіемъ одного элемента, то будутъ ли на этотъ проводникъ одинаково дѣйствовать токи всѣхъ баттарей, которыя можно составить изъ n элементовъ, находящихся въ нашемъ распоряженіи?

Наивыгоднѣйшее устройство баттареи.

9. Предположимъ, что въ нашемъ распоряженіи ниходится 24 одинаковыхъ элемента, что возбудительная сила каждаго = 1, и что сопротивленіе каждаго элемента, выраженное принятою единицею, равно 20. — Если составить изъ этихъ элементовъ всѣвозможныя баттареи, то которая изъ нихъ окажетъ наисильнѣйшее дѣйствіе на проводникъ, котораго сопротивленіе току = 60?

10. Если устройство той баттареи изъ даннаго числа элементовъ назвать наивыгоднѣйшимъ, которой токъ наиболѣе сильно дѣйствуетъ на замыкающій ее проводникъ, то какъ выразить результатъ предъидущей задачи, сравнивъ сопротивленіе проводника съ сопротивленіемъ баттареи?

Приложенія формулы Ома.

1. Какимъ образомъ изъ формулы Ома выводится вышеприведенный способъ опредѣленія сопротивленія проводника помощью агометра?

2. Какимъ образомъ на основаніи формулы Ома выводится отношеніе между возбудительными силами двухъ элементовъ при помощи агометра?

3. Какимъ образомъ изъ той же формулы выводится сопротивленіе элемента въ сравненіи съ сопротивленіемъ одного оборота агометра?

4. Если принять электровозбудительную силу элемента *Даніеля* за единицу, то какими числами выразятся возбудительныя силы элементовъ *Вульстена*, *Грове* и *Бунзена*?

5. Зависитъ ли электровозбудительная сила элемента также отъ входящихъ въ него жидкостей?

6. Какимъ образомъ возбудительная сила отъ соприкосновенія жидкостей вліяетъ въ элементахъ Даніеля и Грове, и остается ли это вліяніе постояннымъ во все время замыканія цѣпи?

Устройство коммутатора.

1. Какіе приборы названы коммутаторами? и какъ устроенъ коммутаторъ *Румкорфа* (Rhumkorf)?

2. Почему ось валика предъидущаго прибора несквозная, и изъ какого вещества долженъ быть сдѣланъ этотъ валикъ? — Къ чему на немъ навинчены металлическія подушки двумя винтами, и доходятъ ли эти винты до оси валика?

3. Укажите: какъ коммутаторъ Румкорфа вводится въ цѣпь?

какъ имъ размыкается и замыкается токъ цѣпи?—Какимъ образомъ въ введенномъ проводникѣ измѣняется направленіе тока при поворачиваніи валика коммутатора.

ДѢЙСТВІЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКАГО ТОКА.

Физіологическое дѣйствіе.

1. Какими опытами доказывается, что токъ дѣйствуетъ на нервы животныхъ и людей, и въ чемъ выражается это дѣйствіе?

2. Почему для ощущенія дѣйствія тока выгодно увеличить поверхность электродовъ и омочить тѣ части тѣла, къ которымъ прикладываются электроды?

3. Какъ должны быть соединены элементы баттареи для сильнѣйшаго физіологическаго дѣйствія ея тока, и почему отдѣльный элементъ не обнаруживаетъ физіологическаго дѣйствія?

4. Какое отклоненіе показываетъ гальваноскопъ въ цѣпи, замкнутой человѣческимъ тѣломъ, и какое отсюда должно вывести заключеніе относительно чувствительности нашихъ нервовъ къ электрическому току?

5. Какими опытами доказано, что чувствительность нервовъ къ электрическому току только постепенно изчезаетъ послѣ смерти?

6. Какъ производится опытъ *Дюбуа-Раймона* (Dubois-Reymond), которымъ доказывается, что отъ сокращенія мускуловъ руки, или только одного пальца ея, можетъ быть возбужденъ электрическій токъ, способный отклонить стрѣлку весьма чувствительнаго гальваноскопа?

7. Чѣмъ различаются дѣйствія постояннаго и перемежающагося токовъ на нервы мускуловъ?

Нагрѣваніе.

1. Какими опытами можно убѣдиться, что токъ нагрѣваетъ проволоки, черезъ которыя онъ проходитъ, и до какой степени это нагрѣваніе можетъ быть доведено?

2. Если вводить въ цѣпь проволоки различныхъ металловъ равной длины и равной толщины, и затѣмъ черезъ увеличеніе числа элементовъ баттареи, или черезъ измѣненіе сопротивленія цѣпи, удерживать токъ при одной и той же силѣ, то который изъ металловъ наиболѣе нагрѣвается?

3. Если токи *равной силы* проходятъ черезъ различныя длины одной и той же проволоки, то какъ измѣняется нагрѣваніе съ измѣненіемъ длины проволоки, введенной въ цѣпь?

4. Если въ цѣпь въ одно время введены двѣ проволоки: короткая и длинная изъ того же матеріала и одинаковой толщины, то которая изъ проволокъ нагрѣвается сильнѣе?

5. Если токъ не нагрѣваетъ замѣтно короткой проволоки, то почему онъ еще менѣе можетъ нагрѣть длинную проволоку, вставленную въ цѣпь вмѣсто короткой?

6. Если въ цѣпь введены двѣ проволоки различной толщины, но равной длины и изъ одного и того же матеріала, то которая изъ нихъ нагрѣвается сильнѣе?

7. Если черезъ одну и туже проволоку пропускать токи различной силы, то отъ какихъ токовъ нагрѣваніе проволокъ будетъ сильнѣе?

8. Къ какимъ *законамъ нагрѣванія проволокъ* привели подробныя изслѣдованія этого свойства тока?

9. Какое примѣненіе имѣетъ въ военномъ дѣлѣ нагрѣваніе проволокъ и вообще проводниковъ?

10. Какое примѣненіе имѣетъ въ медицинѣ накаливаніе проволокъ гальваническимъ токомъ?

11. Какое явленіе замѣчается при размыканіи и замыканіи баттареи въ мѣстѣ ея разрыва?

12. Въ который изъ этихъ двухъ моментовъ искра бываетъ сильнѣе? отъ какихъ условій зависитъ цвѣтъ искры? какого цвѣта бываютъ искры при употребленіи мѣдныхъ, желѣзныхъ и серебряныхъ электродовъ? какого цвѣта искра, когда замыкающая проволока вынимается изъ ртути, образующей другой электродъ?

13. Какое явленіе наблюдается при предъидущихъ опытахъ, когда электродами сильной баттареи служатъ концы двухъ кус-

ковъ газоваго угля, удерживаемыхъ послѣ размыканія баттареи на нѣкоторомъ небольшомъ разстояніи другъ отъ друга?

14. Какой видъ имѣетъ Вольтова дуга въ воздухѣ, и какъ она измѣняется при разряженіи воздуха вокругъ углей, между которыми она образуется?—Какъ измѣняется видъ этихъ углей, и какія дѣлаются приспособленія, чтобы пользоваться свѣтомъ раскаленныхъ углей въ гальваническомъ освѣщеніи?

15. Какія замѣчательныя явленія наблюдалъ впервые *Депре* (Despretz) надъ углями, между которыми образовалась Вольтова дуга при употребленіи баттареи, состоящей изъ 600 элементовъ Бунзена, соединенныхъ послѣдовательно?

16. Какъ устроена свѣча *Яблочкова?*

Химическія дѣйствія тока.

1. Какое явленіе наблюдается при опусканіи желѣзныхъ или мѣдныхъ электродовъ въ сосудъ съ окисленной водой?—Какой газъ выдѣляется на катодѣ, и какъ измѣняется проволока анода?

2. Какое свойство тока доказываютъ явленія, наблюдаемыя въ предъидущемъ опытѣ, и какъ дѣйствуетъ токъ на другія жидкости?

3. Какія жидкости пропускаютъ токъ, не разлагаясь на составныя свои элементы?

4. Какъ устроенъ приборъ для разложенія воды дѣйствіемъ тока?—Изъ какихъ металловъ должны быть сдѣланы электроды, чтобы получались оба газа?—Какой газъ получается на *анодѣ*, и какой—на *катодѣ?* Въ какомъ отношеніи находятся объемы выдѣляющихся газовъ, покрайней мѣрѣ приблизительно, и чѣмъ объясняется, что это отношеніе измѣняется съ измѣненіемъ количества кислоты, прибавляемой къ водѣ?—Для чего кислота приливается къ водѣ?

5. Какой газъ получается въ предъидущемъ приборѣ, когда оба электрода покрыты однимъ общимъ колпакомъ?—Какое дано общее названіе приборамъ такого устройства, и въ какомъ отношеніи находится количество газа, выдѣлившагося въ немъ въ единицу времени, къ силѣ тока, разлагающаго воду?

6. Какое устройство имѣетъ *вольтаметръ Якоби*, и сила какого тока принимается за *единицу*, при употребленіи этого прибора?

7. Какъ разлагаются токомъ другія двойныя соединенія?—На которомъ электродѣ получаются металлы, и какіе новые металлы были открыты при дѣйствіи тока на растворы ихъ окисловъ?

8. Какъ должно распорядиться, чтобы пропустить токъ черезъ кусокъ ѣдкаго кали?—Съ какимъ электродомъ должно соединить платиновую пластинку, на которой лежитъ кусокъ кали?

9. Какъ устроены приборы для разложенія химическихъ солей дѣйствіемъ гальваническаго тока?

10. На которомъ электродѣ, при разложеніи солей гальваническимъ токомъ, выдѣляется металлъ, и на которомъ—остальные элементы соли?

11. Какой газъ въ предъидущихъ опытахъ выдѣляется на катодѣ, когда металлъ соли разлагаетъ воду раствора?

12. Когда токъ посредствомъ платиновыхъ электродовъ пропускается черезъ растворъ глауберовой соли, то какой газъ выдѣляется на анодѣ и какой—на катодѣ, и какъ обнаружить присутствіе кислоты и щелочи на электродахъ?

13. Какъ измѣняется явленіе предъидущаго опыта при употребленіи мѣдныхъ электродовъ?

14. Какое различіе наблюдается въ явленіяхъ при пропусканіи тока черезъ мѣдный купоросъ посредствомъ платиновыхъ, и посредствомъ мѣдныхъ электродовъ?—Какъ измѣняются электроды въ послѣднемъ случаѣ?

15. Какъ разлагаетъ гальваническій токъ смѣсь растворовъ различныхъ солей, не дѣйствующихъ химически другъ на друга?

16. Въ какомъ случаѣ при опытахъ, подобныхъ предъидущему, на катодѣ въ одно время осаждаются нѣсколько металловъ?

Второстепенныя химическія явленія въ гальванической цѣпи.

17. Какъ называются, въ отношеніи къ дѣйствію тока на составное вещество, тѣ химическія явленія въ цѣпи, которыя зависятъ отъ вещества электродовъ или отъ дѣйствія элементовъ, освобождаемыхъ токомъ, на жидкость раствора?

18. Къ какому роду химическихъ явленій тока принадлежитъ выдѣленіе кислорода при дѣйствіи тока на окисленную воду?

19. Какія химическія явленія должно приписать непосредственному дѣйствію тока при вышеуказанныхъ разложеніяхъ глауберовой соли и мѣднаго купороса?—Какія явленія въ томъ же разложеніи принадлежатъ къ *второстепеннымъ* химическимъ явленіямъ?

Поляризація электродовъ.

1. Если токъ баттареи проходилъ нѣкоторое время черезъ вольтаметръ, то, вынувъ этотъ приборъ изъ цѣпи и соединяя его электроды съ гальваноскопомъ, стрѣлка сего послѣдняго покажетъ присутствіе тока во вновь составленной цѣпи.—Какое направленіе имѣетъ въ вольтаметрѣ этотъ новый токъ относительно прежняго, разлагавшаго воду?—Сколько времени продолжается этотъ токъ?—Какъ названа возбудительная сила этого новаго тока?

2. Отъ какихъ условій зависитъ появленіе поляризаціоннаго тока, и почему его напр: нѣтъ, при разложеніи мѣднаго купороса помощью мѣдныхъ электродовъ?

3. Какимъ образомъ можно убѣдиться въ существованіи поляризаціоннаго тока въ цѣпи, въ которой разлагается вода или соль, когда условіе появленія поляризаціи имѣетъ мѣсто?

4. Чѣмъ объясняется непостоянство тока отъ элемента *Вульстена?*

5. Какъ получить поляризаціонный токъ посредствомъ двухъ платиновыхъ пластинокъ, изъ которыхъ одна пролежала въ водородѣ, а другая въ кислородѣ?

6. На какомъ принципѣ основано устройство газовой баттареи Грове?

7. Къ какимъ законамъ привело изученіе поляризаціи электродовъ?

8. Какъ на основаніи поляризаціи электродовъ объясняется, почему однимъ элементомъ *Даніеля* нельзя разложить воду помощью платиновыхъ электродовъ, но помощью мѣдныхъ или цинковыхъ электродовъ ее можно разложить?

Законы химическихъ разложеній.

1. Если гальваническій токъ проходитъ въ одно время черезъ нѣсколько приборовъ для разложенія воды, то въ какомъ отношеніи находятся количества газовъ, выдѣляемыхъ токомъ въ отдѣльныхъ приборахъ?

2. Зависятъ ли въ предыдущемъ опытѣ отношенія между количествами газовъ въ разныхъ приборахъ отъ размѣровъ сихъ послѣднихъ или отъ другихъ какихъ нибудь различій въ ихъ устройствѣ?

3. Представьте себѣ гальваническую цѣпь, въ которую введены: 1) приборъ для разложенія мѣднаго купороса помощью мѣдныхъ электродовъ, 2) гальваноскопъ и 3) агометръ.—Если помощью агометра удерживать токъ при одной и той же силѣ, затѣмъ черезъ равные промежутки времени взвѣшивать пластинку катода для опредѣленія количества отложившейся на ней мѣди, то какъ измѣняется вѣсъ катода?

4. Если при повтореніи предъидущаго опыта употребить токи различной силы, которые дѣйствуютъ въ цѣпи одно и тоже время, то какое должно оказаться отношеніе между силою тока и количествомъ осадившейся мѣди на катодѣ?

5. Какой основной законъ для химическаго дѣйствія тока выводится изъ предъидущихъ наблюденій?

6. Какой приборъ, служащій для измѣренія силы тока, устроенъ на основаніи вышеприведеннаго закона?

7. Въ чемъ состоитъ различіе между измѣреніями силы тока помощью вольтаметра и помощью гальванометра?

8. Если одинъ и тотъ же токъ проходитъ черезъ рядъ приборовъ для разложенія: воды, мѣднаго купороса, азотно-сере-

бряной соли и азотно-каліевой соли, и если принять выдѣлившееся въ первомъ приборѣ вѣсовое количество водорода за 2 пая его, то въ какомъ отношеніи къ нему находятся въ остальныхъ приборахъ выдѣлившіяся вѣсовыя количества мѣди, серебра и калія?—Какой законъ выведенъ Фэрэдеемъ на основаніи такого рода наблюденій?

9. Зависитъ ли количество растворившагося цинка при опредѣленной силѣ тока отъ величины элемента, и гдѣ оно больше: въ одномъ элементѣ или въ группѣ, составленной изъ нѣсколькихъ элементовъ, соединенныхъ паралельно?

10. Если же нѣсколько элементовъ соединены послѣдовательно въ баттарею, то какъ велико въ баттареѣ количество растворившагося цинка, соотвѣтствующее 2 паямъ водорода, выдѣлившимся въ приборѣ для разложенія воды?

Электрохимическая гипотеза.

1. Въ чемъ состоитъ гипотеза, предложенная *Гротгусомъ* (Grotthuss) для объясненія разложеній, производимыхъ гальваническимъ токомъ?

2. Какимъ образомъ эта гипотеза примѣняется къ объясненію напр: процесса разложенія раствора сѣрной кислоты или раствора мѣднаго купороса посредствомъ платиновыхъ электродовъ?

Гальванопластика.

1. На какомъ фактѣ основано это практическое производство?—Кому принадлежитъ честь открытія гальванопластики и какое явленіе навело на это открытіе?

2. Опишите: устройство гальванопластическаго прибора, приготовленіе барельефовъ для снимковъ и обработку ихъ для удобнѣйшаго осажденія металла?

3. Какіе токи употребляются при гальванопластикѣ: сильные или слабые?

4. Всѣ ли металлы осаждаются изъ растворовъ въ одинаковомъ видѣ отъ дѣйствія тока?—Въ какомъ видѣ осаждаются: свинецъ изъ раствора свинцовыхъ бѣлилъ, серебро изъ раствора ляписа и т. д.?

5. Какія соли употребляются для гальванопластическаго серебренія и золоченія?

Намагничиваніе дѣйствіемъ тока.

1. Если вокругъ желѣзнаго цилиндра обвить проволоку, замыкающую цѣпь гальванической баттареи, то какое дѣйствіе имѣетъ токъ на желѣзо?

2. Остается ли желѣзо намагниченнымъ послѣ размыканія тока?

3. Какъ измѣнится полученный предъидущимъ способомъ магнитъ при измѣненіи направленія тока въ противоположное?

4. Какъ называются, для отличія отъ обыкновенныхъ стальныхъ магнитовъ, такіе желѣзные магниты, которые сохраняютъ свою силу только во время дѣйствія тока на нихъ?

5. Какимъ образомъ по направленію оборотовъ проволоки и по извѣстному въ ней направленію тока можно узнать: на какой сторонѣ электромагнита находится сѣверный полюсъ?

6. Если же направленіе тока въ проволокѣ электромагнита неизвѣстно, и направленіе оборотовъ проволоки вокругъ стержня не можетъ быть различено, то какое средство должно употребить, чтобы узнать сѣверный полюсъ электромагнита?

7 Отъ какихъ условій зависитъ большая или меньшая сила притяженія полюсовъ электромагнита?

8. Какъ должно навивать проволоку на оба колѣна подковиднаго электромагнита, чтобы на концахъ его получить разноименные полюсы?

9. Въ какой зависимости находится притяженіе полюсовъ магнита отъ вида поверхности прикосновенія якоря къ полюсамъ, и отъ вида самого якоря?

10. Чѣмъ объясняется притяженіе якоря къ полюсу электромагнита еще послѣ прекращенія тока въ его проволокѣ?

11. Какимъ образомъ желѣзный цилиндръ долженъ установиться внутри проволочной спирали, во время прохожденія черезъ нее тока, если этотъ цилиндръ можетъ свободно двигаться вдоль оси спирали?

Электромагнитный телеграфъ.

1. На какомъ свойствѣ электромагнита основаны всѣ практическія его приложенія въ приборахъ различнаго рода?

2. Которое изъ практическихъ приложеній электромагнитовъ въ настоящее время должно считать наиважнѣйшимъ?

3. Какая основная идея приложенія гальваническаго тока къ телеграфіи?

4. Какъ устроены были электромагнитные телеграфные приборы со стрѣлками для передачи знаковъ?

5. Какое устройство имѣетъ телеграфный приборъ Морзе (Morse)?

6. Какого вида знаки ередаются помощью прибора Морзе?

7. Какимъ механизмомъ въ приборѣ *Морзе* приводится бумажная лента въ движеніе?

8. Какъ устроенъ телеграфный ключъ или клавиша для размыканія и замыканія тока?

9. Когда на бумажной лентѣ прибора Морзе получается точка, и когда—черта?

10. Какъ соединяются баттарея, ключъ и телеграфный приборъ въ одну гальваническую цѣпь?

11. Почему проволока, соединяющая одинъ изъ полюсовъ баттареи съ однимъ изъ концовъ телеграфнаго прибора, можетъ быть замѣнена землею?—Кѣмъ сдѣлано это важное открытіе въ телеграфіи?

12. Почему проволока, соединяющая баттарею съ телеграфнымъ приборомъ, должна быть уединена?

13. Какимъ образомъ достигается уединеніе упомянутой проволоки, когда она проведена надъ поверхностью земли, и какъ уединяется эта проволока, когда она должна быть закопана въ землю?

14. Какимъ образомъ уединяется таже проволока въ подводныхъ телеграфахъ?

15. При помощи какихъ электродовъ токъ проводится черезъ землю?

16. Почему слой земли между электродами телеграфа представляетъ малое сопротивленіе току, хотя отдѣльныя части почвы могутъ быть причислены только къ посредственнымъ проводникамъ электричества?

17. Какъ должны быть распредѣлены и соединены между собою отдѣльные телеграфные приборы для удобной передачи депешъ между двумя станціями по обоимъ направленіямъ?

18. Дѣйствуетъ ли токъ, проходящій между станціями, на приборъ, принимающій депешу?

19. Какъ устроенъ рэлэ и какое онъ имѣетъ назначеніе?

20. Какимъ образомъ дѣйствіе тока на рэлэ передается на приборъ, принимающій депешу?

Электромагнитная двигательная машина.

1. На какомъ началѣ основано устройство электромагнитныхъ двигательныхъ машинъ?

2. Какой приборъ необходимо ввести въ устройство электромаг. двигат. машины, чтобы достигнуть вращенія электромагнита вокругъ оси?

3. Какой простѣйшій видъ устр.йства коммутатора въ электромаг. двиг. машинѣ?

4. Какое наименьшее число магнитовъ въ разсматриваемыхъ машинахъ?

5. Необходимо ли, чтобы оба магнита въ такой машинѣ были электромагниты?

6. Опишите устройство какой нибудь электромагнитной двигательной машины; укажите въ ней соединеніе подвижнаго магнита съ коммутаромъ и сего послѣдняго съ баттареею; затѣмъ объясните измѣненіе направленія тока въ электромагнитѣ при перемѣщеніи коммутатора на 180°?

7. По какимъ причинамъ электродвигательныя машины не вошли во всеобщее употребленіе и не могутъ конкурировать напр: съ паровыми машинами?

Электромагнитный звонокъ.

1. Опишите устройство электромагнитнаго звонка и сое-

диненіе проволокъ баттареи съ проволокою электромагнита въ этомъ приборѣ.

2. Въ какомъ мѣстѣ звонка токъ баттареи прерывается, и почему якорь электромагнита послѣ прерванія тока снова его замыкаетъ?

3. Если токъ не прерывается внѣ звонка, то долго ли онъ долженъ звонить?

4. Какъ устроена клавиша для замыканія и прерыванія ока внѣ звонка?

5. Опишите соединеніе баттареи съ клавишею и со звонкомъ.

6. Если электромагнитный звонокъ попортился, то въ какомъ мѣстѣ вѣроятнѣе всего токъ баттареи не можетъ проходить, и какъ исправить это повражденіе?

ДѢЙСТВІЯ ТОКОВЪ НА ТОКИ.

1. Кому принадлежитъ честь открытія и полнаго изслѣдованія дѣйствія токовъ другъ на друга?

2. Какъ устроенъ приборъ, въ которомъ часть проводника гальванической цѣпи можетъ свободно вращаться вокругъ оси во время прохожденія тока?

3. Если подвижной части проводника данъ видъ прямоугольника, то какія явленія наблюдаются, когда къ вертикальной сторонѣ его приблизимъ другой прямолинейный проводникъ, замыкающій другую цѣпь, и если установимъ проводники параллельно другъ другу?

4. Въ какомъ случаѣ, при предъидущемъ опытѣ, проводники притягиваются и когда они отталкиваются? — До какихъ поръ въ послѣднемъ случаѣ подвижной проводникъ будетъ удаляться отъ неподвижнаго, предполагая, что онъ можетъ сдѣлать полный оборотъ вокругъ своей оси вращенія?

5. Какъ формулируется законъ, выражающій взаимодѣйствіе токовъ въ прямолинейныхъ параллельныхъ проводникахъ?

6. Если приближаемый прямолинейный проводникъ установленъ подъ подвижнымъ прямоугольникомъ такъ, чтобы ближайшія части обоихъ проводниковъ не были параллельны другъ къ другу, то какое движеніе принимаетъ прямоугольникъ и въ какомъ положеніи онъ установится?

7. Какая линія при предъидущемъ первоначальномъ положеніи дѣйствующихъ другъ на друга проводниковъ измѣряетъ кратчайшее разстояніе между ними?

8. Какъ формулированъ законъ, опредѣляющій взаимодѣйствіе двухъ прямолинейныхъ токовъ, когда они *не параллельны* другъ къ другу?

9. Какъ устроенъ приборъ, при помощи котораго повѣряется, что отдѣльныя части одного и того же тока взаимно отталкиваются?

10. Какимъ опытомъ доказывается, что если между двумя точками проходятъ два тока по противуположнымъ направленіямъ, то совокупное ихъ дѣйствіе на третій подвижной токъ = 0, и что это справедливо также въ въ томъ случаѣ, когда изъ первыхъ двухъ токовъ одинъ идетъ по прямой, а другой по извилистой проволокѣ?

11. Какимъ закономъ выражается зависимость дѣйствія двухъ токовъ другъ на друга отъ взаимнаго ихъ разстоянія?

12. Какимъ общимъ закономъ Амперъ (Ampère) выразилъ взаимодѣйствіе токовъ при какомъ бы то ни было положеніи одного тока относительно другого?

13. Какъ называется токъ, находящійся только по одну сторону отъ другого тока?

14. Какое дѣйствіе долженъ имѣть *безконечный* токъ на приближающійся къ нему, или на удаляющійся отъ него *конечный* токъ?

15. Какими опытами оправдываются эти выводы изъ общаго закона Ампера?

16. Какъ должны были бы измѣниться явленія въ предъидущихъ опытахъ, еслибъ конечный токъ былъ неподвиженъ, а безконечный могъ бы вращаться въ своей плоскости?

17. Если на станкѣ, упомянутомъ въ вопросѣ 2-мъ этой статьи, замѣнить подвижной прямоугольникъ напр., подвижнымъ кругомъ, и, при повтореніи предъидущихъ опытовъ, приближаемому проводнику также дать видъ круга, то согласуются ли наблюдаемыя взаимодѣйствія круговыхъ токовъ съ законами, выраженными выше для прямолинейныхъ токовъ?

18. Какимъ образомъ проволока можетъ быть согнута въ такую спираль, чтобы проходящій черезъ нее токъ представлялъ рядъ параллельныхъ круговыхъ токовъ?

19. Какое названіе далъ Амперъ такой спирали, когда черезъ нее проходитъ гальваническій токъ?

20. Если на станкѣ, упомянутомъ въ вопросѣ 2-мъ этой статьи, подвижной прямоугольникъ замѣнить *соленоидомъ*, и приближаемому проводнику также дать видъ соленоида, то какія дѣйствія обнаружатъ такія двѣ спирали другъ на друга?

21. Съ какими явленіями взаимодѣйствіе двухъ соленоидовъ представляетъ полнѣйшее сходство?

22. Какія явленія наблюдаются, если приближаемый въ предъидущихъ опытахъ соленоидъ замѣненъ цилиндрическимъ или призматическимъ магнитомъ?

23. Который конецъ соленоида соотвѣтствуетъ сѣверному, и который — южному полюсу магнита?

24. По какому общему правилу можно по направленію тока въ соленоидѣ опредѣлить положеніе полюсовъ соотвѣтствующаго ему магнита?

25. По какимъ законамъ происходитъ притяженіе и отталкиваніе концовъ соленоидовъ?

26. Какое положенiе принимаетъ подвижной соленоидъ при прохожденiи черезъ него тока, когда на него не дѣйствуетъ ни другой токъ, ни магнитъ?

27. Какому дѣйствiю въ предъидущемъ опытѣ должно приписать причину, почему подвижной соленоидъ принимаетъ опредѣленное положенiе на станкѣ, и чѣмъ оправдывается это предположенiе?

Теорiя магнетизма Ампера.

1. Какое предположенiе сдѣлалъ Амперъ для объясненiя магнитныхъ явленiй?

2. Представьте на чертежѣ магнитъ, имѣющiй видъ цилиндра или параллелепипеда, и обозначьте стрѣлками воображаемые Амперовые токи на поверхности магнита?

3. Какъ, по теорiи Ампера, должно себѣ представлять желѣзо и сталь въ ненамагниченномъ состоянiи?

4. Должно ли себѣ представлять Амперовы токи только на поверхности даннаго куска желѣза или стали или также внутри ихъ массы, вокругъ каждой частицы?

5. Въ чемъ, по мнѣнiю Ампера, состоитъ намагничиванiе желѣза и стали?

7. Почему совокупное дѣйствiе всѣхъ элементарныхъ токовъ магнита можетъ быть замѣнено токомъ, идущимъ на поверхности магнита?

8. Въ какомъ порядкѣ должны расположиться элементарные токи въ желѣзѣ во время дѣйствiя магнитнаго полюса на него?

9. Соотвѣтствуетъ ли это расположенiе элементарныхъ Амперовыхъ токовъ въ желѣзѣ тому явленiю, что напр., сѣверный полюсъ магнита притягиваетъ къ себѣ въ желѣзѣ южную жидкость?

11. Если принять землю за магнитъ, то какое направленiе должны имѣть Амперовы токи на поверхности земли?

12. Какимъ равнодѣйствующимъ токомъ можетъ быть замѣнено совокупное дѣйствiе Амперовыхъ токовъ на поверхности земли, и какое направленiе должно приписать этому равнодѣйствующему току относительно земныхъ меридiановъ?— Какимъ названiемъ обозначается этотъ равнодѣйствующiй токъ земли?

ЯВЛЕНIЯ ИНДУКЦIИ.

1. Какъ должно понимать слово *индукцiя*, и какiя явленiя электричества принадлежатъ къ числу индуктированныхъ?

2. Если на маломъ разстоянiи другъ отъ друга установить параллельно двѣ плоскiя проволочныя спирали и черезъ одну изъ нихъ пропускать рядъ разряженiй Лейденской банки или рядъ искръ изъ машины Гольца, то какое явленiе можно наблюдать во второй спирали, при достаточно маломъ разстоянiи концовъ ея?

3. Какого вида долженъ быть проводникъ, чтобы въ немъ могъ обнаружиться индуктированный токъ?

4. При какомъ условiи гидроэлектрическiй токъ можетъ возбудить индуктированный токъ въ замкнутомъ проводникѣ, и сколько времени продолжается этотъ послѣднiй токъ?

5. Какъ называется въ этомъ случаѣ гидроэлектрическiй токъ (Hauptstrom) въ отношенiи къ индуктированному (Nebenstrom)?

6. Если изъ двухъ проводниковъ, установленныхъ параллельно другъ къ другу, первый введенъ въ цѣпь баттареи, а второй замкнутъ проволокою гальваноскопа, то по какому направленiю индуктируются токи во второмъ проводникѣ при приближенiи и удаленiи перваго проводника?

7. Зависитъ ли направленiе индуктированнаго тока отъ вида замкнутаго проводника, употребляемаго при индукцiи, и можно ли произвести предъидущiе опыты съ круговыми проводниками и съ соленоидами?

8. Зависитъ ли сила и направленiе индуктированнаго тока отъ того, которому изъ двухъ проводниковъ сообщается движенiе?

Законъ Ленца.

9. Изобразите двумя параллельными чертами части A и B двухъ параллельныхъ прямолинейныхъ токовъ и укажите стрѣлками на этихъ линiяхъ, что токи направлены *въ одну и туже* сторону. Представьте себѣ, что проводникъ A подвиженъ, и укажите стрѣлкою особаго вида то направленiе, по которому онъ долженъ придти въ движенiе отъ взаимодѣйствiя токовъ

А и В. Если, далѣе, вы себѣ представите, что подвижной токъ А замѣненъ замкнутымъ проводникомъ А′, который вы механически, напр., рукою, приводите въ движеніе по направленію стрѣлки, указывающей направленіе движенія подвижнаго тока А въ предъидущемъ явленіи, то по какому направленію долженъ возбудиться индуктированный токъ въ проводникѣ А′?

12. Въ какомъ соотношеніи находятся направленіе индуктированнаго тока въ замкнутомъ проводникѣ А′ и направленіе подвижнаго тока А въ первомъ электродинамическомъ явленіи?

11. Повторите тѣ же разсужденія, прилагая ихъ къ тому случаю, когда первоначально избираемые токи А и В имѣютъ прямо противуположныя направленія?

12. Примѣните тѣ же разсужденія къ двумъ круговымъ токамъ А и В.

13. Взявъ вмѣсто двухъ круговыхъ токовъ два соленоида А и В, которыхъ оси лежатъ на одной прямой, и, обозначивъ на нихъ направленія токовъ, укажите стрѣлкою: по какому направленію подвижной соленоидъ А долженъ придти въ движеніе вслѣдствіе электродинамическаго дѣйствія токовъ другъ на друга. — Если же подвижной соленоидъ А замѣнить замкнутымъ проводникомъ А′, которому механически сообщается движеніе по тому же направленію, по которому А двигался вслѣдствіе взаимодѣйствія токовъ, то по какому направленію долженъ индуктироваться токъ въ замкнутомъ проводникѣ А′?

14. Какимъ общимъ правиломъ можно выразить соотношеніе между взаимодѣйствіемъ двухъ токовъ и индукціею, сравнивая направленія движеній и направленія подвижнаго и индуктированнаго токовъ?

15. Кто первый выразилъ это правило и подъ какимъ названіемъ оно извѣстно въ теоріи индукціи?

Индукція при размыканіи и замыканіи цѣпи.

16. Когда неподвижно установлены рядомъ: проводникъ для гидроэлектрическаго тока и замкнутый проводникъ съ введеннымъ въ него гальваноскопомъ, то при замыканіи и размыканіи баттареи гальваноскопъ обнаруживаетъ присутствіе индуктированныхъ токовъ въ замкнутомъ проводникѣ. — Какимъ образомъ явленіе индукціи въ этомъ случаѣ приводится къ индукціи отъ движенія тока?

17. Почему индуктированные токи при замыканіи и размыканіи цѣпи считаются моментанными? — Какого рода движеніемъ стрѣлки они должны обнаруживаться? — Получаются ли эти токи, когда вмѣсто цѣпи баттареи размыкается и замыкается замкнутый проводникъ?

18. Измѣняются ли предъидущіе результаты, если повторить тѣ же опыты съ двумя спиралями, изъ которыхъ одна обхватываетъ другую?

19. Почему, при полученіи индуктированныхъ токовъ въ спирали, обороты образующей ее проволоки должны быть тщательно уединены другъ отъ друга?

20. Отъ какихъ обстоятельствъ зависитъ сила индуктированнаго тока во всѣхъ разсмотрѣнныхъ случаяхъ?

21. Должны ли появляться индуктированные токи при употребленіи предъидущихъ приборовъ, когда индуктирующій токъ не прекращается, но становится только слабѣе или сильнѣе.

22. Какое явленіе доказываетъ, что во время размыканія и замыканія цѣпи въ ней самой являются индуктированные токи? — Какъ объяснить необходимость появленія этихъ токовъ? — Который изъ этихъ индуктированныхъ токовъ названъ *добавочнымъ* (Extrastrom) и который — *противутокомъ* (Gegenstrom)?

МАГНИТНОЭЛЕКТРИЧЕСКІЯ ЯВЛЕНІЯ.

1. Если магнитъ опустить или вынуть изъ спирали, замкнутой гальваноскопомъ, то стрѣлка этого послѣдняго прибора показываетъ присутствіе тока во время движенія магнита. — Какимъ образомъ явленіе это объясняется на основаніи теоріи Ампера?

2. Согласуются ли направленія индуктированныхъ токовъ въ предъидущемъ опытѣ съ явленіями индукціи отъ движенія тока?

3. Прослѣдите направленія индуктированныхъ токовъ въ замкнутой спирали, когда она надвигается на магнитъ и затѣмъ снимается съ него такъ, чтобы измѣнилось направленіе движеніе ея въ противоположное?

4. Какое названіе дано индуктированнымъ токамъ, возбуждаемымъ магнитами?

5. По какому направленію возбуждаются магнитоэлектрическіе токи въ замкнутой спирали, навитой на якорь *стальнаго* магнита, при приближеніи и удаленіи этого якоря отъ полюсовъ магнита?

6. Почему въ спирали не возбуждается токовъ, если въ предъидущемъ опытѣ станемъ такъ приближать якорь со спи-

ралю къ полюсамъ стальнаго магнита, чтобы ось ея была перпендикулярна къ линіи, соединяющей полюсы стальнаго магнита.

7. Если устроенъ предъидущій приборъ такъ, чтобы, передъ полюсами стальнаго магнита, якорь съ навитой на немъ спиралью могъ вращаться вокругъ оси, порпендикулярной къ длинѣ якоря, и притомъ не касаясь къ полюсамъ магнита, то по какимъ направленіямъ во время полнаго оборота якоря возбуждаются индуктированные токи въ навитой на немъ спирали?

8. Если замкнутая гальваноскопомъ спираль (индукціонная) обхватываетъ спираль электромагнита (электромагнитная), то по какимъ направленіямъ возбуждаются токи въ индукціонной спирали при замыканіи и размыканіи баттареи, назначенной для намагничиванія и размагничиванія электромагнита? — Отъ какихъ токовъ главнымъ образомъ зависятъ индукціонные токи въ разсматриваемомъ случаѣ?—Какія еще другія индукціонные токи образуются въ электромагнитной спирали?

9. Почему для индукціонной спирали выгодно употребить длинную проволоку, и какимъ образомъ дѣйствуетъ каждый оборотъ спирали на сосѣдніе съ нимъ обороты?

Магнито-электрическая машина.

10. Какимъ способомъ возбуждаются индукціонные токи въ магнито-электрическихъ машинахъ?

11. Сколько разъ измѣняется направленіе индукціоннаго тока въ индукціонной спирали во время одного оборота якоря, и при какихъ положеніяхъ сего послѣдняго относительно полюсовъ магнита?

12. Какъ расположены магнитъ и якорь въ магнито-электрической машинѣ *Штерера* (Stöhrer)? — Какой видъ имѣетъ якорь въ этой машинѣ? какимъ образомъ навита на немъ проволочная спираль, и какимъ образомъ концы ея такъ соединены съ желѣзною осью якоря, чтобы эта ось не замыкала спирали?

13. Какъ устроенъ коммутаторъ въ этой машинѣ? — Какое

имѣетъ онъ назначеніе, и какъ онъ соединяется съ тѣломъ, вводимымъ въ цѣпь индукціонной спирали?

14. При помощи какого прибора можно измѣнить сопротивленіе спирали, обвивающей якорь, и соединить двѣ части ея, параллельно или послѣдовательно?

15. Сдѣлавъ каждое изъ предъидущихъ двухъ соединеній частей спирали, прослѣдите направленіе тока при какомъ нибудь положеніи якоря, предполагая, что цѣпь спирали замкнута внѣшнимъ проводникомъ.

16. Какимъ образомъ на этой машинѣ могутъ быть получены индуктированные токи, мѣняющіе свои направленія черезъ каждый полуоборотъ якоря?

17. Какіе опыты могутъ быть произведены помощью магнито-электрической машины, и какимъ образомъ вводятся различные приборы въ цѣпь спирали этой машины?

18. При которыхъ опытахъ для наисильнѣйшаго дѣйствія индукціоннаго тока должно въ машинѣ Штерера обѣ части спирали соединить послѣдовательно, и при которыхъ опытахъ выгоднѣе ихъ соединить параллельно?

Спираль Румкорфа.

19. Чѣмъ отличается способъ возбужденія индуктированныхъ токовъ въ машинѣ *Румкорфа* (Rhumkorf) отъ способа примѣненнаго въ машинѣ *Штерера?*

20. Опишите устройство машины Румкорфа; укажите соединенія электромагнитной ея спирали съ прерывателемъ тока баттареи, и соединенія прерывателя съ обкладками конденсатора.

21. Объясните возбужденіе индуктированныхъ токовъ въ этой индукціонной спирали.

22. Объясните дѣйствіе конденсатора, а именно: почему конденсаторъ уменьшаетъ время размыканія индуктирующаго тока баттареи, и тѣмъ увеличиваетъ напряженіе того индуктированнаго тока въ спирали, который соотвѣтствуетъ размыканію баттареи?

23. Почему обороты индукціонной спирали должны быть

какъ можно тщательнѣе уединены, и для чего на стойкахъ, соединенныхъ съ концами индукціонной спирали, придѣланы проводники съ шариками на концахъ?

24. Почему Лейденская банка заряжается машиною Румкорфа только тогда, когда въ цѣпи индукціонной спирали есть разрывъ?

25. Какія явленія замѣчаются при прохожденіи индукціонныхъ токовъ спирали Румкорфа черезъ приборы для разложенія воды или мѣднаго купороса, когда цѣпь спирали замкнута, и когда она имѣетъ разрывъ?

26. Какія различныя части могутъ быть различены въ искрѣ, пробивающей разрывъ въ спирали Румкорфа?

27. При какихъ только условіяхъ, относительно тока баттареи и установки прерывателя его, введеніе нашего тѣла въ цѣпь спирали Румкорфа можетъ считаться *безопаснымъ?*

28. Какія явленія наблюдаются при прохожденіи индукціонныхъ токовъ спирали Румкорфа черезъ такъ называемыя трубки Гейслера (Geissler), и какъ измѣняются эти явленія съ измѣненіемъ направленія тока баттареи?

29. Въ чемъ состоитъ явленіе, названное стратификаціею свѣта?

30. Какимъ опытомъ *Гассіотъ* доказалъ или по крайней мѣрѣ сдѣлалъ весьма вѣроятнымъ, что пустое пространство не проводитъ электричества?

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

1. Какимъ образомъ *Зебекъ* (Seebeck) доказалъ, что во всякомъ замкнутомъ проводникѣ, составленномъ изъ двухъ разнородныхъ металловъ, является электрическій токъ, если существуетъ разность между температурами двухъ спаевъ этихъ металловъ?

2. Какъ называются электрическіе токи, возбужденные по способу *Зебека?*

3. Какъ устроенъ термоэлектрическій элементъ *Зебека*, и какъ на немъ обнаруживается появленіе тока при нагрѣваніи одного изъ спаевъ его?

4. По какому направленію проходитъ токъ въ предъидущемъ приборѣ, когда онъ сдѣланъ изъ двухъ пластинокъ сюрьмы и висьмута?

5. Отъ какихъ условій зависитъ сила и направленіе термоэлектрическаго тока?

6. Какое соединеніе двухъ металловъ даетъ элементъ, имѣющій по наблюденіямъ Беккереля наибольшую электровозбудительную силу?

7. Какимъ образомъ изъ термоэлектрическихъ элементовъ составляется баттарея? — Какой видъ дается отдѣльнымъ элементамъ баттареи, и въ какомъ порядкѣ они размѣщаются, чтобы занять наименьшій объемъ?

8. Какъ называется соединеніе термоэлектрической баттареи съ гальваноскопомъ *Нобили?* — Почему въ этомъ случаѣ для мультипликатора гальваноскопа должна быть взята болѣе толстая проволока?

9. Какія знаменитыя изслѣдованія были сдѣланы помощью термомультипликатора?

10. Какимъ образомъ можно получить термоэлектрическій токъ въ замкнутомъ проводникѣ, состоящемъ изъ одного и того же вещества?

11. Возможно ли помощью термоэлектрической баттареи производить всѣ тѣ же опыты, какіе производятся помощью гидроэлектрическихъ баттарей?

12. Какими опытами доказано, что гидроэлектрическій токъ, проходящій черезъ спаянную изъ двухъ металловъ пластинку, способенъ въ мѣстѣ ихъ спая понизить температуру его даже ниже 0°.?

Волнообразныя движенія.

Образованіе волнъ на поверхности жидкости.

1. Если частица А поверхности спокойно стоящей воды отъ вѣтра, брошеннаго камня и пр. получаетъ движеніе внизъ, то почему А увлекаетъ съ собою рядъ сосѣдних съ нею ча-

стицъ?—Какая сила противудѣйствуетъ движенію частицъ внизъ и какого рода, вслѣдствіе этого, должно быть движеніе каждой изъ нихъ? — Отъ какого свойства среды зависитъ разстояніе, на которое передается движеніе А, которое по направленію внизъ пусть продолжается время $=t$, считаемое отъ начала движенія этой частицы?—Представьте на чертежѣ, въ вертикальномъ сѣченіи, расположеніе движущихся частицъ жидкости въ моментъ достиженія частицею А самаго низшаго ея положенія.

2. Отмѣтьте на предъидущемъ чертежѣ разстоянія, на которыя движеніе А успѣетъ быть передано во время t, 2t, 3t и т. д., считая всегда время отъ начала движенія А. Какая сила заставитъ А во второй промежутокъ времени t двигаться вверхъ по направленію къ уровню жидкости? — Какъ должна при этомъ измѣниться скорость движенія частицы А?—Почему движеніе А должно продолжаться еще послѣ того, какъ она достигла верхняго уровня? — Сколько времени продолжается движеніе ея вверхъ? — На какую высоту подымется А надъ уровнемъ жидкости, которую предполагаемъ вполнѣ упругою? Укажите на чертежѣ расположеніе всѣхъ движущихся частицъ уровня жидкости для того момента, когда А достигла высшаго своего положенія надъ этимъ уровнемъ.

3. Какая сила заставляетъ А снова принять движеніе внизъ, и какъ должны быть расположены движущіяся частицы воды въ моментъ прохожденія А черезъ уровень жидкости сверху внизъ?—Сколько времени продолжалось движеніе А до послѣдняго означеннаго момента? — На какое разстояніе передалось движеніе на поверхности жидкости до этого момента? — Къ какому роду движеній принадлежитъ движеніе частицы А, и какъ продолжается движеніе ея послѣ выше означеннаго момента?

4. Пусть В есть частица поверхности жидкости, до которой движеніе успѣло быть передано во время перваго колебанія частицы А.—Сравните движеніе частицъ А и Б между собою и сообразите: въ чемъ состоитъ различіе въ ихъ движеніяхъ?—Подобнымъ образомъ сравните движеніе А съ движеніемъ частицы С, лежащей посреди между А и В. — Какъ

называется масса жидкости, приведенная въ движеніе отъ первоначальнаго удара въ частицу А? — Какая часть этой массы составляетъ *волну*, и что составляетъ длину волны? — Что называется высотою волны?

5. Какой видъ принимаетъ верхняя поверхность жидкости, когда на ней распространяется система волнъ изъ общаго ихъ центра А?—Измѣняется ли длина волнъ въ такой системѣ, и почему высота ихъ должна постепенно уменьшаться, по мѣрѣ ихъ удаленія отъ центра?

6. Если на поверхности жидкости въ одно время распространяется нѣсколько системъ волнъ, то какія вліянія другъ на друга имѣютъ волны различныхъ системъ при встрѣчѣ ихъ, когда длины волнъ равны, и когда длины волнъ неравны?— Какъ представить на чертежѣ сѣченіе поверхности жидкости, по которой распространяются въ одно время двѣ системы волнъ?

Образованіе волнъ въ воздухѣ.

1. Для приложенія предъидущаго разсужденія къ образованію волнъ внутри воздуха, вообразите цилиндрическій столбъ воздуха по какому-нибудь, напр. горизонтальному направленію; длину столба предположите безпредѣльною, а размѣры поперечнаго его сѣченія безконечно малыми.—Воображенный столбъ воздуха представьте себѣ состоящимъ изъ безконечно-тонкихъ слоевъ, расположенныхъ перпендикулярно къ длинѣ столба, и пусть давленія этихъ слоевъ другъ на друга уравновѣшиваются упругостью воздуха въ каждомъ такомъ слоѣ.— Выберите теперь одинъ изъ этихъ вертикальныхъ слоевъ А и представьте себѣ, что онъ отъ удара сталъ двигаться по горизонтальному направленію вправо, то какое дѣйствіе должно имѣть его движеніе на сосѣдніе съ нимъ слои?—Какъ вслѣдствіе того измѣняется упругость слоевъ, прилегающихъ къ слою А справа и слѣва, и какое движеніе долженъ принять слой А?

2. Объясните, почему воздухъ внутри цилиндрическаго столба долженъ раздѣлиться на части, въ которыхъ воздухъ по очереди сгущается и разряжается?—Какія движенія имѣютъ

частицы въ двухъ рядомъ стоящихъ частяхъ? — Какъ измѣняется упругость воздуха въ двухъ рядомъ стоящихъ частяхъ столба, и что составляетъ волну воздуха? — Чѣмъ опредѣляется длина воздушной волны, и отъ какихъ условій она зависитъ?—Сравните движенія двухъ частицъ воздуха, отстоящихъ другъ отъ друга на длину волны и составьте опредѣленіе для длины волны по этому сравненію.

3. Какъ должно двигаться тѣло, чтобы окружающій его воздухъ принялъ волнообразное движеніе?—Какое условіе необходимо, чтобы тѣло могло придти въ *дрожаніе?* — При какомъ условіи волны воздуха имѣютъ равную длину? — Если волны равной длины, то при какомъ условіи разряженная ихъ часть должна имѣть туже толщину, какъ сгущенная? — Почему нельзя ожидать, чтобы это послѣднее условіе когда-нибудь было въ точности выполнено при дрожаніи тѣлъ въ природѣ?

4. Отчего зависитъ видъ поверхности волнъ въ воздухѣ?— Какого вида должна быть поверхность волнъ, происшедшихъ отъ дрожанія струны, и какого она вида, когда волны образовались отъ сотрясенія колокола?

5. Какъ изобразить на чертежѣ систему волнъ въ воздухѣ, изображая упругость воздуха въ различныхъ мѣстахъ линіями, перпендикулярными къ длинѣ волны?

6. Когда въ воздухѣ распространяется двѣ или болѣе системъ волнъ, то какъ дѣйствуютъ другъ на друга волны этихъ системъ въ мѣстахъ встрѣчи?—Какимъ терминомъ обозначается такое взаимодѣйствіе волнъ различныхъ системъ, когда онѣ равной длины, и какія случаи взаимодѣйствія при этомъ могутъ встрѣтиться?

Звукъ.

1. Какое впечатлѣніе волна воздуха способна производить на наше ухо?—Какая часть нашего уха принимаетъ это впечатлѣніе? — Всякая ли волна воздуха ощущается звукомъ, и какое названіе дается тѣмъ воздушнымъ волнамъ, которыя ухомъ могутъ быть отличены?

2. Какъ называется тѣло, отъ сотрясенія котораго образуются звуковыя волны, и какимъ опытомъ доказывается, что для звука необходима *упругая* среда, окружающая дрожащее тѣло?

3. Какъ вліяетъ измѣненіе упругости воздуха на распространяющуюся въ немъ звуковую волну?—Чѣмъ доказывается, что не только въ газовыхъ, но и въ твердыхъ и жидкихъ веществахъ могутъ распространяться звуковыя волны?

Скорость звука.

1. Какіе факты доказываютъ *постепенное* образованіе звуковыхъ волнъ въ воздухѣ? — Какъ можетъ быть опредѣлена скорость звука въ воздухѣ, принимая что свѣтъ мгновенно распространяется въ пространствѣ?—Какъ велика средняя скорость звука?

2. Какъ вліяютъ температура, вѣтеръ и сырость на скорость распространенія звука въ воздухѣ?

3. Какъ велика скорость звука въ твердыхъ и жидкихъ тѣлахъ въ отношеніи къ скорости его въ воздухѣ, и почему въ водородномъ газѣ скорость звука меньше, чѣмъ въ воздухѣ?

4. Какими опытами опредѣлена скорость звука въ водѣ?

5. Какимъ свойствомъ тѣлъ воспользовался *Біо* (Biot) для опредѣленія скорости звука въ чугунѣ, наблюдая въ Парижѣ распространенія звука въ чугунныхъ трубахъ водопровода?

Сила звука.

1. Какимъ элементомъ звуковой волны опредѣляется сила звука?

2. Въ какой зависимости находится сила звука отъ разстоянія уха отъ звучащаго тѣла?

3. Какое вліяніе имѣетъ поверхность звучащаго тѣла на силу звука?

4. Въ какой зависимости находится сила звука отъ плотности распространяющей его среды? — Чѣмъ объясняется, что ударъ пистолета на вершинѣ высокой горы слабѣе, чѣмъ у

подошвы ея?—Какими опытами доказывается, что твердыя и жидкія тѣла ослабѣваютъ звукъ въ меньшей степени, чѣмъ воздухъ и газы?

5. Какъ вліяетъ движеніе воздуха на силу звука?—Почему звукъ ночью ослабѣвается менѣе, чѣмъ днемъ, въ дождливую погоду менѣе, чѣмъ въ ясную?

6. Какъ измѣняется сила звука въ ограниченныхъ средахъ, напр. въ трубахъ, въ корридорахъ, въ узкихъ улицахъ и проч.?—Почему *Біо* могъ слышать шопотъ черезъ всю длину водопроводной трубы Парижа, причемъ эта длина въ то время была=931 метръ?—Какія практическія примѣненія получило свойство передачи звуковъ въ трубахъ?

7. Какими фактами доказывается, что звуковыя волны способны производить механическую работу?

Отраженіе и преломленіе звука.

1. Чѣмъ доказывается, что при встрѣчѣ звуковыхъ волнъ въ средѣ съ другими тѣлами, звукъ частью отъ нихъ отражается, частью проходитъ въ эти тѣла?

2. Что называется *звуковымъ лучемъ?*

3. По какимъ законамъ отражается звукъ и какъ повѣряется этотъ законъ?

4. Какимъ образомъ объясняется *резонансъ* въ высокихъ и просторныхъ комнатахъ?—Почему голосъ оратора въ наполненной слушателями аудиторіи слышнѣе, чѣмъ въ пустой?—Чѣмъ объясняется усиленіе звука при въѣздѣ экипажа подъ крытыя ворота?

5. Чѣмъ доказывается, что ухо сохраняетъ впечатлѣніе звука въ продолженіи нѣкотораго времени, и чему это должно приписать?—Какъ велико время сохраненія звука въ ухѣ?

6. Какъ объясняютъ явленіе *эхо*, явленіе двойнаго и многократнаго эхо, явленіе односложнаго и многосложнаго эхо, раскаты грома, и проч.?

7. Какъ объясняютъ усиленіе звуковъ помощью говорныхъ и слуховыхъ трубъ?—Какое вліяніе имѣетъ обкладываніе внутреннихъ стѣнокъ этихъ трубъ мягкими веществами?

8. Какъ дѣйствуетъ сферическое зеркало на звуки, производимые въ фокусѣ его?—Чѣмъ объясняется появленіе звуковыхъ фокусовъ въ помѣщеніяхъ со сводами?—Почему помѣщенія публики въ театрахъ накрыты всегда цѣлою системою сводовъ, различно расположенныхъ и пересѣкающихся по весьма различнымъ кривымъ?

9. Какимъ опытомъ доказывается, что звуковые лучи преломляются при входѣ и выходѣ изъ среды, подобно лучамъ свѣта и тепла?—Какого рода двояковыпуклая среда употребляется для этого опыта?

Различіе звуковъ.

1. Какая система звуковыхъ волнъ называется *правильною*, и какая — *неправильною*.

2. При какихъ условіяхъ въ воздухѣ распространяется отдѣльная или рядъ отдѣльныхъ волнъ?—Когда въ воздухѣ образуется система волнъ?—Когда система волнъ правильна, и когда она составляетъ неправильную систему?—Какимъ образомъ ухо различаетъ такіе различные роды распространенія звуковыхъ волнъ и какими названіями принято различать ихъ дѣйствія на ухо?

3. Какое впечатлѣніе на ухо должна произвести отдѣльная звуковая волна, въ которой частицы воздуха совершаютъ большіе размахи, и какое впечатлѣніе производитъ рядъ отдѣльныхъ волнъ неравной длины, въ которыхъ размахи частицъ воздуха весьма различны?

4. Какая система волнъ соотвѣтствуетъ *тону*, и какъ должно дрожать звучащее тѣло, чтобы образовалась такая система?

5. Отъ чего зависитъ длина волны въ правильной системѣ волнъ и какъ ухо различаетъ длину волнъ въ такой системѣ?

6. Между какими предѣлами должно быть число волнъ, образующихся въ правильной системѣ въ 1 секунду, чтобы ухо слышало тонъ? [Отв. по *Саверту* отъ 8 до 38000, по *Гельмгольцу* — отъ 30 до 16000].

7. Между какими предѣлами лежатъ тоны, употребляемые въ музыкѣ? [Отв. отъ 16 до 5000 волнъ въ 1″].

8. Какой элементъ въ правильныхъ системахъ волнъ опредѣляетъ *силу* тона?

9. Какой фактъ доказываетъ, что всѣ тоны распространяются въ воздухѣ одинаково скоро?

10. Почему тоны различной силы въ открытомъ пространствѣ распространяются не на равныя разстоянія?

Музыкальные тоны — Гамма.

1. Какого рода приборомъ можетъ быть провѣрено, что число колебаній въ 1″ для одного и того же тона всегда одинаково?

2. Какъ велико, приблизительно, должно быть отношеніе между числомъ колебаній двухъ тоновъ, чтобы ухо наше ясно различало эти тоны?

3. Какъ различаетъ ухо простой тонъ отъ составнаго? — Какимъ отношеніемъ опредѣляется разность между высотами двухъ тоновъ, и какъ называется это отношеніе?

4. Какъ называется тонъ, въ отношеніи къ которому мы разсчитываемъ *интервалы* всѣхъ остальныхъ?

5. Сколько простыхъ тоновъ принято въ музыкѣ?

6. Принявъ низшій изъ простыхъ тоновъ за *основной*, обозначивъ соотвѣтствующій ему *интервалъ* черезъ 1, и назвавъ этотъ интервалъ *do* или *c*, какія названія даны *интерваламъ* остальныхъ простыхъ тоновъ по порядку ихъ повышенія и какъ велики эти интервалы?

7. Какъ называется предъидущій рядъ интерваловъ простыхъ тоновъ?

8. Разсчитайте интервалы каждаго послѣдующаго тона гаммы относительно предшествующаго. — Сколько различныхъ величинъ принимаютъ эти интервалы и чему равны эти величины? — Которая изъ нихъ названа *большимъ цѣлымъ* тономъ, которая — *малымъ цѣлымъ* тономъ и которая — *полутономъ?*

9. Какъ названы тоны, которыхъ интервалы относительно основнаго равны $1/2$, $1/4$ и т. д.

10. Какъ названъ интервалъ между большимъ цѣлымъ и малымъ цѣлымъ тономъ? [запятая $= \frac{81}{80}$]. Какъ названъ интервалъ между малымъ цѣлымъ тономъ и полутономъ? [малый полутонъ $= \frac{25}{24}$].

11. Между какими тонами діатонической гаммы вставлены малые полутоны? — Какъ они обозначены на клавіатурѣ фортепіано? — Какъ каждый изъ нихъ называется относительно предшествующаго и относительно послѣдующаго тона?

12. Какое число колебаній, при основномъ тонѣ *do*, соотвѣтствуютъ *бемоли* и *діезъ* тона *re*? [Отв. $\frac{27}{25}$ и $\frac{75}{64}$]. — Какъ великъ интервалъ между *re*—діезъ и *mi*—бемоль? [Отв. $\frac{128}{125}$]. Принятъ ли этотъ интервалъ во вниманіе при устройствѣ фортепіанъ?

13. Между какими тонами нѣтъ чернаго клавиша на фортепіанахъ?

Гармонія и диссонансъ.

1. Какими названіями различены пріятныя и непріятныя для уха сочетанія тоновъ?

2. Въ какихъ отношеніяхъ должны быть интервалы тоновъ, чтобы ухо ощущало *гармонію?* — Какая гармонія названа *унисономъ?* — Какіе два тона гаммы даютъ самую совершенную гармонію?

3. Какіе тоны гаммы даютъ гармоніи: 2 : 1; 4 : 3; 5 : 4; 6 : 5? — Которую изъ этихъ гармоній даютъ *mi* и *sol;* какую даютъ *re*—діезъ и *sol*—бемоль?

4. Какіе два тона гаммы составляютъ самый рѣзкій *диссонансъ?*

5. Какіе 4 тона гаммы наилучше гармонируютъ, т. е. составляютъ наиболѣе полный *аккордъ?*

Длина волнъ различныхъ тоновъ.

1. Если предѣлы числа колебаній для музыкальныхъ тоновъ 16 и 5000, то между какими предѣлами находится длина волнъ музыкальныхъ тоновъ, принимая скорость звука въ воздухѣ $=$ 1118,4 (фут. въ секунду)?

2. Если длину тона do принять $= 1$, то какъ выразятся длины остальныхъ тоновъ діатонической гаммы?

3. Составьте отношенія между длинами гармонирующихъ тоновъ и сообразите: въ какой зависимости находится гармонія отъ длины волнъ составляющихъ ее тоновъ?

4. Чѣмъ объясняется, что тонъ пароваго свистка повышается при приближеніи локомотива къ наблюдателю, и понижается при удаленіи локомотива отъ наблюдателя?

Законы колебанія.

1. Чѣмъ отличается способъ полученія тоновъ на фортепіано, цитрѣ и арфѣ отъ полученія ихъ на скрипкѣ, віолончелли и прочихъ струнныхъ инструментахъ? — Въ какихъ инструментахъ звучащими тѣлами служатъ перепонки, пластинки и полыя тѣла, и какимъ образомъ они приводятся въ сотрясеніе? — Какими средстами образуются волны во внутренномъ столбѣ духовыхъ инструментовъ?

2. Какъ измѣняется число колебаній струны съ измѣненіемъ длины, массы и натянутости ея?

3. Какъ устроенъ *монохордъ* и какимъ образомъ предъидущіе законы повѣряются на этомъ приборѣ?

4. Какимъ образомъ можно на монохордѣ получить всѣ тоны діатонической гаммы?

5. Какое устройство имѣетъ приборъ, названный сирена *Каньяръ-Латура* (Cagniard-Latour)? — Какимъ образомъ возбуждаются тоны въ этомъ приборѣ? — Объясните возможность полученія всѣхъ тоновъ помощью этого прибора? — Для чего отверстія въ верхней крышкѣ и въ подвижной пластинкѣ просверлены наклонно къ плоскостямъ этихъ круговъ?—Какъ велико число отверстій въ каждомъ изъ означенныхъ кружковъ, и чѣмъ обусловливается такое именно число отверстій?—Какъ устроенъ счетчикъ, и какъ ему сообщается движеніе подвижной пластинки прибора?

6. Какимъ образомъ помощью предъидущей сирены возможно опредѣлить число колебаній, соотвѣтствующее данному тону? — Какъ повѣрить законы сотрясенія струнъ помощью этого прибора?

7. Какъ укрѣпляются упругія пластинки, чтобы онѣ могли издавать тоны?

8. Если закрѣпить одинъ конецъ упругой пластинки въ тискахъ и быстрымъ ударомъ по другому концу привести пластинку въ сотрясеніе, то всегда ли такая пластинка издаетъ тонъ? — Какимъ образомъ помощью такой пластинки можно получить различные тоны? — Приложимы ли законы колебанія струнъ къ такимъ пластинкамъ?

9. Если пластинка на двухъ концахъ подперта на поперечныхъ къ ней ребрахъ, то получаются ли тоны при всякомъ расположеніи этихъ ребръ относительно длины пластинокъ?

10. Какое вліяніе въ предъидущихъ опытахъ имѣетъ сила удара?

11. Если закрѣпленную въ двухъ точкахъ пластинку привести въ сотрясеніе смычкомъ, то при всякой ли точкѣ приложенія смычка, получается тонъ, а когда тонъ получился, то будетъ ли онъ тотъ же, какой получался при ударѣ объ пластинку?

12. Если пластинка укрѣплена только въ одной точкѣ, то какимъ образомъ можно получить различные тоны, приводя ее въ сотрясеніе помощью смычка?

13. Опишите устройство мунштука органной трубы и объясните: какимъ образомъ воздухъ приводится въ ней въ сотрясеніе?

14. Въ какой зависимости находится тонъ органной трубы отъ длины ея, и почему тонъ ея повышается на октаву, если закрыть свободный конецъ трубы?

15. Какъ зависитъ тонъ органной трубы отъ вещества, отъ толщины стѣнокъ и отъ поперечнаго сѣченія ея?

16. Какое значеніе имѣютъ отверстія и клапаны въ духовыхъ инструментахъ, и какъ получаются различные тоны на инструментѣ, названномъ *тромбономъ?*

Узловыя точки, линіи и плоскости.

1. Если на монохордѣ отдѣлить кобылкой, напр.: четвертую часть его струны, то какой тонъ издаетъ другая часть струны? — Какимъ опытомъ можно убѣдиться, что эта длиннѣйшая часть струны сама по себѣ раздѣлилась на 3 равныя части? — Какъ называются такія точки дѣленія?

2. Какимъ образомъ сотрясеніе струны и появленіе на ней узловыхъ точекъ можетъ быть показано помощью прибора *Мельде* (Melde)?—Какъ устроенъ этотъ приборъ и какимъ образомъ на немъ приводится струна въ сотрясеніе?

3. Какими опытами *Хладни* (Chladni) обнаружилъ узловыя линіи на звучащихъ пластинкахъ?

4. Какъ получаются въ предъидущихъ опытахъ различные тоны отъ одной и той же пластинки, и какое измѣненіе въ Хладніевой фигурѣ замѣчается при повышеніи тона пластинки?

5. Какимъ образомъ дрожатъ стѣнки стекляннаго или металлическаго купола при издаваніи имъ тона, и какъ можно убѣдиться, что въ это время на боковой его поверхности также образуются узловыя линіи?

6. Какимъ опытомъ можно вызвать узловыя фигуры на поверхности жидкости?

7. Какимъ опытомъ можно убѣдиться въ существованіи узловыхъ плоскостей въ звучащей трубѣ?

Созвучіе, резонаторъ, дека.

1. Если на монохордѣ натянуты двѣ струны и обѣ онѣ издаютъ одинъ и тотъ же тонъ, то какъ убѣдиться, что сотрясеніе одной изъ этихъ струнъ передается другой струнѣ?

2. Какъ можетъ быть повторенъ тотъ же опытъ помощью двухъ камертоновъ или двухъ другихъ, хотя бы и неодинако-

выхъ инструментовъ? — При какомъ вообще условiи можетъ существовать передача тона отъ одного звучащаго тѣла другому?

3. Какое явленiе наблюдается при постепенномъ приливанiи воды въ высокiй стаканъ въ то время, когда надъ стаканомъ звучитъ камертонъ? — Почему не при всякой глубинѣ столба воздуха стаканъ усиливаетъ тонъ камертона?

4. Если стаканъ отвѣчалъ на тонъ камертона, то будетъ ли онъ отвѣчать на тотъ же тонъ, издаваемый голосомъ или другимъ инструментомъ?

5 Какъ устроенъ резонаторъ Гельмгольца? — На сколько тоновъ отвѣчаетъ этотъ приборъ? — Какъ узнать, на какой тонъ онъ отвѣчаетъ, и какъ себѣ объяснить, почему резонаторъ выдѣляетъ опредѣленный тонъ изъ происходящаго вокругъ него шума?

6. Какое различiе въ явленiяхъ замѣчается во время звучанiя струны, будетъ ли она натянута надъ мягкой подушкой, надъ деревянной доской или надъ пустымъ ящикомъ изъ сосноваго дерева, котораго волокна расположены параллельно струнѣ?

7. Какъ называются въ музыкальныхъ инструментахъ тѣ доски и ящики, которые назначены для усиленiя тоновъ, и отъ какой среды зависитъ это усиленiе тоновъ главнымъ образомъ?

8. Усиливаютъ ли *дека* и *резонансовый* ящикъ одинъ какой нибудь опредѣленный тонъ или всѣ тоны того же инструмента? — Въ чемъ состоитъ различiе между передачею тона или созвучiемъ и резонансомъ?

9. Чѣмъ объясняется, что звукъ камертона значительно усиливается, если уперетъ ножку его въ стекло окна, и, напротивъ того не усиливается, если уперетъ ножку его въ каменную стѣну?

Второстепенные тоны (Nebentöne).

1. Когда камертонъ приводится въ сотрясенiе, то въ началѣ онъ издаетъ рѣзкiе звуки, которые только постепенно переходятъ въ ровный музыкальный тонъ. — Чѣмъ объясняется это явленiе и наблюдается ли оно въ большей или меньшей степени при приведенiи въ сотрясенiе всякаго другаго звучащаго тѣла?

2. Какъ объясняется происхожденiе второстепенныхъ тоновъ, и въ какомъ отношенiи находится число ихъ колебанiй въ единицу времени къ числу колебанiй, соотвѣтствующихъ главному тону?

3. Всѣ ли второстепенные тоны гармонируютъ съ главнымъ, и если одинъ и тотъ же тонъ берется на различныхъ инструментахъ, то сопровождаетъ ли его одно и то же число второстепенныхъ тоновъ?

4. Если ударить пальцемъ на клавишъ фортепiанъ, то всегда ли образуются второстепенные тоны съ одинаковою силою? — Какъ на этомъ основанiи объяснить то различiе, которое выражаютъ словомъ touché?

5. Что называется *звонкостью* или *оттѣнкомъ* звука? — Какiя явленiя указываютъ на это качество звуковъ, и какъ оно объясняется по изслѣдованiямъ Гельмгольца?

6. Почему достоинство инструмента зависитъ также отъ употребленнаго на него матерiала?

7. Какого рода опыты производилъ Гельмгольцъ для изслѣдованiя происхожденiя тембровъ различныхъ гласныхъ и къ какимъ результамъ привели эти опыты?

Камертонъ.

1. Гдѣ находится узловая плоскость въ камертонѣ? — Какимъ опытомъ можно на стеклянной пластинкѣ получить слѣдъ движенiя ножекъ камертона и сосчитать число ихъ колебанiй въ одну секунду?

2. Какой камертонъ принятъ въ музыкѣ за *нормальный?* [Отв. la — 870 колеб. въ 1″].

3. Какого рода опыты производилъ *Лиссажу* (Lissajoux) для сравненiя тоновъ двухъ камертоновъ?

Интерференцiя звуковъ.

1. При какихъ условiяхъ два тона могутъ интерферировать, и въ чемъ выражается интерференцiя тоновъ?

2. Какъ интерферируютъ два тона, когда разность между разстоянiями, пройденными ими отъ источниковъ звука, равна *четному* числу полуволнъ, и когда эта разность равна *нечетному* числу полуволнъ?

3. Приведите и объясните который нибудь изъ опытовъ, доказывающихъ интерференцiю тоновъ.

СВѢТЪ.

ОСНОВНЫЯ ПОНЯТІЯ.

1. Движенію какой среды приписывается распространеніе свѣта въ пространствѣ?

2. Въ чемъ состояла гипотеза Ньютона о происхожденіи свѣтовыхъ явленій, и какой основной фактъ рѣшилъ вопросъ о происхожденіи свѣта въ пользу нынѣ принятой гипотезы?

3. Какого рода движеніе эфира производитъ свѣтовыя явленія, и какимъ образомъ это движеніе распространяется въ пространствѣ?—По какому направленію относительно поверхности волнъ движется каждая эфирная частица, — и какъ называется прямая, соединяющая точку поверхности свѣтовой волны съ центромъ волненія?

4. Почему дрожаніе эфирныхъ частицъ должно передаваться во внутрь всякаго тѣла?

5. Всѣ ли тѣла способны сообщить дрожаніе эфиру, находящемуся внѣ занимаемаго ими пространства?

6. Всякое ли дрожаніе эфира ощущается свѣтомъ?

7. Какъ называются тѣла относительно свѣта, когда они приводятъ находящійся внѣ ихъ пространства эфиръ въ такое дрожаніе, которое ощущается свѣтомъ, и какъ называются тѣла, которыя, хотя и приводятъ эфиръ въ дрожаніе, но это послѣднее не ощущается глазомъ?

8. При какомъ условіи темныя тѣла могутъ быть различены въ пространствѣ?

9. Какъ называются тѣла, когда прошедшія черезъ ихъ массу эфирныя волны еще способны дѣйствовать на глазъ?

10. Приведите въ примѣръ: источники свѣта, темныя тѣла, прозрачныя и непрозрачныя тѣла.

Прямолинейное распространеніе свѣта и зависящія отъ него явленія.

1. Какіе факты и опыты подтверждаютъ прямолинейное распространеніе лучей свѣта?

2. Какъ обозначается относительное направленіе лучей, выходяшихъ изъ отдѣльной свѣтлой точки, и при какихъ условіяхъ эти лучи могутъ считаться параллельными?

3. Что называется пукомъ лучей, и когда онъ состоитъ изъ параллельныхъ, сходящихся, и расходящихся лучей?

4. По какимъ направленіямъ свѣтовые лучи должны падать на нашъ глазъ, чтобы произвести впечатлѣніе, вслѣдствіе котораго мы увидимъ свѣтящуюся точку?

Явленія тѣни и полутѣни.

1. Когда расходящіеся лучи, вышедшіе изъ одной точки, встрѣчаютъ непрозрачное тѣло, то какъ называется пространство, въ которое лучи не проникаютъ?—Когда это пространство пересѣчено ширмою, то какого вида его слѣдъ на ширмѣ, и какъ называется этотъ слѣдъ?

2. Совпадаютъ ли тѣни предмета, получаемыя отъ освѣщенія его различными точками одного и того же свѣтящагося тѣла?

3. Начертите тѣни шара, получаемыя отъ освѣщенія его двумя крайними и среднею точкою свѣтящагося тѣла.—Какая часть тѣни предмета называется *полною тѣнью*, и какая часть *полутѣнью* этого предмета?

4. Какъ объяснить *постепенный* переходъ отъ полной тѣни къ полутѣни, и если взять произвольно двѣ точки въ полутѣни на различныхъ разстояніяхъ отъ ближайшаго къ нимъ края полной тѣни, то какъ обозначить на чертежѣ: какими частями святящагося тѣла освящаются избранныя точки полутѣни?

5. Отъ какихъ обстоятельствъ зависитъ величина полной тѣни одного и того же предмета, и какъ измѣняется ея величина при удаленіи ширмы отъ освѣщаемаго предмета: 1) когда сѣченіе свѣтящагося тѣла меньше сѣченія освѣщаемаго, и 2) когда сѣченіе свѣтящагося тѣла больше сѣченія освѣщаемаго?

6. При какихъ условіяхъ на ширмѣ совершенно не получается полной тѣни?

7. Почему въ тѣни освѣщеннаго солнцемъ предмета все-таки возможно различить другія тѣла?

8. Почему земные предметы не отбрасываютъ тѣней въ пасмурную погоду?

9. Какія космическія явленія объясняются отбрасываніемъ тѣней небесными тѣлами?

Явленія при прохожденіи свѣта черезъ отверстія различной величины.

1. Когда лучи изъ свѣтлой точки проходятъ черезъ малое отверстіе въ темную комнату, то какого вида должно быть свѣтлое пятно на ширмѣ, стоящей противъ отверстія?

2. Представьте на чертежѣ, что черезъ одно и тоже малое отверстіе проходятъ въ темную комнату лучи изъ двухъ свѣтлыхъ точекъ; выберите разстояніе между этими послѣдними сначала такъ, чтобы свѣтлыя пятна на ширмѣ были раздѣлены; потомъ предположите, что свѣтлыя точки постепенно приближаются, то какъ должны измѣняться положенія свѣтлыхъ пятенъ на ширмѣ?—Если при увеличиваніи числа свѣтлыхъ точекъ вы перейдете къ свѣтящемуся тѣлу, то какъ должны расположиться свѣтлыя пятна на ширмѣ въ отношеніи къ точкамъ свѣтящагося тѣла, и какого вида должно быть свѣтлое пятно на ширмѣ?

3. Повѣрьте предъидущій выводъ опытомъ, помѣстивъ между пламенемъ свѣчи и листомъ бумаги карту, въ срединѣ которой сдѣлано произвольнаго вида, напр: треугольное отверстіе.—Наблюдайте: 1) Какъ измѣняется видъ свѣтлаго пятна на бумагѣ, когда измѣняется разстояніе свѣчи отъ карты? 2) Какъ измѣняется видъ пятна на бумагѣ, когда отверстіе въ картѣ постепенно расширяется или съуживается, (это легко сдѣлать, сложивъ двѣ карты съ отверстіями различной величины и передвигая во время опытовъ одну карту по другой)?

4. Почему въ предъидущихъ опытахъ изображеніе на ширмѣ имѣетъ обратное положеніе въ отношеніи къ пламени свѣчи?—Всѣ ли точки изображенія пламени одинаково освѣщены?—Какого рода переходъ отъ наиболѣе свѣтлаго мѣста изображенія къ тѣни карты?—Укажите на чертежѣ ту часть пламени свѣчи, которая освѣщаетъ произвольно взятую точку ширмы внутри изображенія пламени.

5. Какъ объясняется происхожденіе круглыхъ свѣтлыхъ пятенъ въ тѣни дерева, освѣщеннаго солнцемъ, и какой видъ принимаютъ указанныя пятна во время солнечнаго затмѣнія?

6. Когда окна комнаты закрыты ставнями, имѣющими отверстія, то случается, что въ ясный день на стѣнѣ, противуположной окнамъ, видны обратныя изображенія предметовъ, находящихся внѣ комнаты.—При какихъ условіяхъ это можетъ случиться?

Скорость свѣта.

1. Какія наблюденія навели *Олафа Ремера* (Olaf Römer 1676) на мысль, что и свѣтъ требуетъ нѣкотораго времени для своего распространенія?

2. Въ какой части земной орбиты приближеніе земли къ Юпитеру должно было уменьшить наблюдаемое время полнаго оборота спутника?—и въ какой части орбиты удаленіе земли отъ планеты должно было увеличить наблюдаемое время оборота спутника ея?

3. Для какой части земной орбиты вычисленное изъ наблюденій время полнаго оборота спутника вокругъ планеты должно было быть болѣе истиннаго, и для какой части земной орбиты это время должно было быть меньше истиннаго?

4. Чему, по наблюденіямъ Ремера, равнялась сумма всѣхъ наблюденныхъ въ продолженіи полугода опаздываній затмѣній перваго спутника Юпитера? [Отв. 16′ 26″, 38].

5. Сколько затмѣній перваго спутника Юпитера Ремеръ могъ наблюдать въ продолженіи года, если время полнаго оборота перваго спутника = 42 час. 28′, 35?

6. Принявъ разстояніе земли отъ солнца = 21000000 миль, какую скорость вычислилъ Ремеръ для свѣта изъ своихъ наблюденій?—[Отв. 42000 мил.]

7. Какого рода опыты сдѣланы были французскими физиками *Физо* (Fizeau 1849) и *Фуко* (Foucault 1862) для опре-

дѣленія скорости свѣта, и къ какимъ результатамъ привели эти опыты при сравнени скоростей свѣта въ различныхъ срединахъ?—Какое значеніе имѣли эти результаты при рѣшеніи вопроса о теоріи происхожденія свѣта?

8. Какъ велика наивѣроятнѣйшая скорость свѣта въ воздухѣ по изслѣдованіямъ *Корню* (Cornu)?—[Отв: 40210 м.]

9. Сколько времени употребляетъ каждый солнечный лучъ для достиженія земли?

10. Совершаются ли наблюдаемыя на солнцѣ явленія въ самый моментъ наблюденія ихъ?

11. Сколько времени приблизительно употребляетъ лучъ свѣта, чтобы отъ ближайшей къ землѣ звѣзды дойти до земли, и какое время распространенія свѣта должно допустить для наиболѣе удаленныхъ, видимыхъ съ земли звѣздъ?

12. Соотвѣтствуетъ ли видимая на небѣ картина моменту наблюденія ея, и принадлежитъ ли она одной какой нибудь опредѣленной эпохѣ, или она въ одно время принадлежитъ всѣмъ протекшимъ эпохамъ?

Сила освѣщенія.

1. Какъ вы опредѣлите: чѣмъ измѣряется освѣщеніе данной площадки?

2. Если вы себѣ представите свѣтящееся тѣло, отъ котораго распространяются свѣтовыя волны по всѣмъ направленіямъ, и на двухъ различныхъ разстояніяхъ d и d′ отъ этого тѣла вообразите двѣ равныя площади достаточно малыя, чтобы допустить, что всѣ лучи падаютъ на нихъ перпендикулярно, то къ которой изъ этихъ площадокъ достигающая ея волна прикоснется большею частью своей поверхности, и на которую изъ площадокъ падаетъ больше лучей?

3. Какъ относятся между собою полныя поверхности двухъ волнъ, отстоящихъ отъ общаго ихъ источника свѣта на разстояніяхъ d и d′, помня, что эти поверхности должны быть подобны, какого бы вида онѣ ни были?

4. Пусть величина каждой площадки равна 1 квадр. футу, то какъ выразятся части поверхностей волнъ, достигающихъ этихъ площадокъ при разстояніяхъ d и d′ отъ свѣтящаго тѣла?—Въ какомъ отношеніи находятся части волнъ, которыми опредѣляется сила освѣщенія площадокъ?

5. Какъ формулируется законъ измѣненія силы освѣщенія съ измѣненіемъ разстоянія освѣщаемаго тѣла отъ источника свѣта?

6. Если пукъ параллельныхъ лучей, котораго перпендикулярное сѣченіе прямоугольно, падаетъ подъ угломъ α на плоскость, то въ какомъ отношеніи находится освѣщаемая имъ площадь къ площади перпендикулярнаго сѣченія пучка?—Если силу освѣщенія площадки, перпендикулярной къ лучамъ, назовемъ f, а силу освѣщенія площадки, наклоненной къ тѣмъ же лучамъ, назовемъ f′, то какъ велико отношеніе $\frac{f}{f'}$?—Какъ, по этому отношенію, выразится законъ измѣненія силы освѣщенія съ измѣненіемъ угла наклоненія падающихъ лучей на освѣщаемую плоскость?

7. Если за *единицу силы освѣщенія* принять освѣщеніе 1 квадр. линіи, когда параллельные лучи падаютъ на нее перпендикулярно, и источникъ свѣта отстоитъ отъ нея на 1 футъ, то какъ велико освѣщеніе квадратной линіи на разстояніи d футовъ отъ источника, при наклоненіи освѣщаемой поверхности подъ угломъ = 60° къ падающимъ на нее лучамъ?

Фотометрія.

1. Какая величина служитъ мѣрою напряженія или яркости источника свѣта?

2. Если сравнить яркость источниковъ свѣта съ яркостью какого нибудь опредѣленнаго источника, для котораго она = 1, то какъ выразится яркость = i источника A, который на разстояніи = d, при томъ же углѣ паденія лучей, освѣщаетъ ту же поверхность съ силою = f?

3. Какъ относятся между собою яркости двухъ источниковъ A и B, которые, при равныхъ углахъ наклоненія лучей къ освѣщаемымъ поверхностямъ, освѣщаютъ двѣ равныя площадки одинаково тогда, когда они отъ сихъ послѣднихъ отстоятъ соотвѣтственно на разстояніяхъ d и d′?

4. Какая яркость свѣта принимается на практикѣ за *единицу* сравненія?

5. Какъ называются приборы для сравненія яркостей источниковъ, и на какомъ началѣ основано устройство наиболѣе употребительныхъ приборовъ этого рода?

6. Опишите устройство одного изъ фотометровъ.

7. Какими числами, въ сравненіи съ принятой на практикѣ единицей, выражается: 1) яркость солнца во время полдня, и 2) яркость полной луны въ меридіанѣ при ясномъ небѣ? [Отв. 5563 и 1/49 стеарин. свѣчи въ 1/4 фунта вѣсомъ, при разстоян. = 1 футу].

ОТРАЖЕНІЕ СВѢТА.

1. На какія двѣ части раздѣляются лучи, падающіе изъ источника свѣта на поверхность какого нибудь предмета?

2. Какъ называется та часть свѣта, которая при встрѣчѣ съ поверхностью тѣла возвращается въ туже среду, въ которой распространяется падающій свѣтъ?

3. Какой уголъ измѣряетъ уголъ паденія луча свѣта на плоскую поверхность, и какъ опредѣляется уголъ паденія луча на какую нибудь кривую поверхность?

4. Въ какой плоскости отражается каждый отдѣльный лучъ, падающій на данную поверхность?

5. Какими законами опредѣляется направленіе отраженнаго луча по извѣстному направленію падающаго луча?

6. По какому направленію отражается лучъ, падающій перпендикулярно на какую нибудь поверхность, и между какими предѣлами находятся всѣ углы паденія и всѣ углы отраженія лучей?

7. Что называется въ оптикѣ плоскимъ зеркаломъ?

8. Опишите устройство прибора, употребляемаго для повѣрки законовъ отраженія свѣта, и объясните самую повѣрку ихъ?

Отраженіе свѣта отъ плоскаго зеркала.

1. Если лучи свѣта, вышедшіе изъ одной точки, падаютъ на плоское зеркало расходящимися, то каковы будутъ ихъ взаимныя направленія послѣ отраженія отъ зеркала?

2. Которые лучи, вышедшіе изъ свѣтлой точки, болѣе расходятся: падающіе на зеркало, или отраженные отъ него? — Какъ вы докажете свой отвѣтъ?

3. Если лучи, вышедшіе изъ свѣтлой точки, послѣ отраженія отъ плоскаго зеркала попадаютъ въ глазъ наблюдателя, то въ какомъ мѣстѣ онъ увидитъ свѣтлую точку? — Видно ли наблюдателю самое зеркало, если оно только совершенно чисто?

4. Какая точка называется изображеніемъ свѣтящейся точки въ зеркалѣ?

5. Когда зеркало виситъ въ комнатѣ, въ которой нѣтъ никакого наблюдателя, то существуютъ ли въ зеркалѣ изображенія стѣнъ или остальныхъ предметовъ, расположенныхъ въ комнатѣ?

6. Почему изображенія въ плоскихъ зеркалахъ названы *субъективными* или *мнимыми?*

7. Представьте на чертежѣ сѣченіе плоскаго зеркала, на которое лучи изъ свѣтлой точки падаютъ расходящимися; обозначьте лучи, падающіе на крайнія точки зеркала, и укажите: въ какомъ пространствѣ долженъ находиться глазъ, чтобы видѣть изображеніе свѣтлой точки въ зеркалѣ?

8. Докажите, что свѣтлая точка и изображеніе ея всегда находятся на равныхъ разстояніяхъ отъ зеркала и на одномъ и томъ же перпендикулярѣ къ нему. — Какимъ образомъ, на основаніи этого правила, построить изображеніе свѣтлой точки въ зеркалѣ, не обозначая направленій падающихъ лучей? — Какимъ образомъ, на основаніи того же правила, указать направленіе отраженнаго луча, подъ какимъ бы угломъ онъ не падалъ на зеркало изъ свѣтлой точки? — Какъ должно строить изображеніе предмета передъ плоскимъ зеркаломъ?

9. Въ какомъ положеніи видѣнъ въ зеркалѣ горизонтально лежащій передъ нимъ предметъ, если плоскость зеркала наклонена къ горизонту подъ угломъ = 45°?

10. Выведите изъ чертежа: какой высоты должно быть вертикально висящее зеркало, чтобы стоящій передъ нимъ человѣкъ видѣлъ себя во весь ростъ?

11. Докажите, что если плоскость зеркала измѣняетъ свое наклоненіе къ падающему лучу на уголъ $= \alpha$, то отраженный лучъ отклоняется отъ первоначальнаго своего направленія на уголъ $= 2\alpha$.

Отраженіе отъ двухъ плоскихъ зеркалъ.

1. Когда свѣтлая точка находится между двумя параллельными зеркалами, то какъ отражаются ея лучи отъ этихъ зеркалъ?— Постройте на чертежѣ нѣсколько изображеній свѣтлой точки.

2. Постройте изображеніе свѣтлой точки, находящейся передъ толстымъ амальгамированнымъ зеркаломъ.

3. Какъ построить изображеніе свѣтлой точки между двумя зеркалами, наклоненными другъ къ другу подъ угломъ 90° и 60°?—Сколько изображеній получается въ первомъ, и сколько во второмъ случаѣ? — Которое изъ полученныхъ изображеній всегда есть двойное изображеніе, и какое положеніе имѣетъ это двойное изображеніе относительно свѣтящейся точки? — На какой фигурѣ всегда расположены видимые въ зеркалахъ изображенія?

4. Какой приборъ *Уитстона* (Wheatstone) устроенъ на основаніи отраженія отъ плоскихъ зеркалъ, наклоненныхъ другъ къ другу подъ угломъ = 60°?

5. Вѣроятно ли, чтобы въ калейдоскопѣ одно и тоже изображеніе появилось два раза?

Разсѣянный свѣтъ.

1. Когда свѣтовые лучи, вышедшіе изъ точки или изъ свѣтящагося предмета, падаютъ на поверхность неправильнаго вида, то по какимъ направленіямъ отражаются лучи отъ нея?

2. Можно ли въ разсматриваемомъ случаѣ опредѣлить то пространство, внутри котораго долженъ находиться глазъ, чтобы онъ увидѣлъ свѣтящійся предметъ?

3. Какое впечатлѣніе должна произвести на глазъ подобная освѣщенная поверхность, и какія явленія объясняются такимъ отраженіемъ свѣта отъ поверхностей тѣлъ?

4. Почему всѣ прозрачные предметы, истолченные въ порошокъ, теряютъ свою прозрачность?

ОТРАЖЕНІЕ СВѢТА ОТЪ СФЕРИЧЕСКИХЪ ЗЕРКАЛЪ.

1. Какія зеркала названы сферическими? — Какая точка названа полюсомъ, и какая линія — оптическою осью зеркала?

2. Въ какую сторону полированная поверхность обращена въ вогнутомъ, и въ какую она обращена въ выпукломъ сферическомъ зеркалѣ?

3. Представьте на чертежѣ сѣченіе сферическаго зеркала и обозначьте полюсъ, центръ и оптическую ось его. — Какой уголъ опредѣляетъ отверстіе зеркала?—Какое отверстіе имѣютъ зеркала, употребляемыя на практикѣ?

4. Обозначьте направленіе какого нибудь луча, падающаго на сферическое зеркало и начертите углы паденія и отраженія этого луча?

5. Если падающіе на сферическое зеркало лучи проходятъ черезъ его центръ или направлены къ центру, какъ это бываетъ для выпуклаго зеркала, то по какимъ направленіямъ отражаются такіе лучи? — Какъ называются эти направленія, и чѣмъ отличается главная ось зеркала отъ побочныхъ его осей?

6. Постройте для выпуклаго и вогнутаго зеркалъ направленія отраженныхъ лучей: 1) когда лучъ падаетъ параллельно оптической оси зеркала, 2) когда лучъ приближается къ оптической оси, 3) когда лучъ удаляется отъ оптической оси. — Если приведенные три луча падаютъ въ одну точку зеркала, то для котораго изъ нихъ уголъ паденія имѣетъ наибольшую величину?

7. Какъ называются лучи, падающіе на зеркало подъ углами, малоотличающимися отъ 0°? (не болѣе 2°,5 при отверстіи зеркала = 5°).

8. Какіе лучи должны быть названы *центральными*, когда они падаютъ параллельно которой нибудь изъ побочныхъ осей зеркала?

Отраженіе отъ вогнутаго сферическаго зеркала.

1. Взявъ свѣтлую точку на главной оси вогнутаго зеркала на нѣкоторомъ разстояніи, которое больше радіуса зеркала, ограничьте на чертежѣ тотъ конусъ лучей, который изъ свѣтлой точки падаетъ на зеркало.

2. Постройте углы паденія и отраженія для двухъ лучей, падающихъ на зеркало въ такія двѣ точки его, которыхъ разстоянія отъ полюса зеркала равны, и обозначьте точку пересѣченія отраженныхъ лучей.

3. Какъ расположены на поверхности зеркала всѣ тѣ точки, отъ которыхъ лучи послѣ отраженія сходятся въ одной и той же точкѣ?

4. Если на предъидущемъ чертежѣ возьмете лучи, которыхъ точки паденія отстоятъ отъ полюса зеркала на различныхъ разстояніяхъ, то встрѣтятся ли взятые лучи, послѣ отраженія, въ одной и той же точкѣ?

5. Почему можно принять, что всѣ отраженные лучи сходятся въ одной точкѣ, когда всѣ падающіе лучи принять за *центральные*. — Какъ называется въ этомъ случаѣ точка встрѣчи отраженныхъ лучей? — Почему она должна находиться на той же оси зеркала, на которой находится свѣтлая точка?

6. Если поставить кусокъ бѣлой бумаги, не закрывая имъ всего зеркала, въ то мѣсто, гдѣ получается фокусъ свѣтлой точки, то видна ли будетъ эта точка на бумагѣ?

7. Какъ называется такое изображеніе свѣтлой точки въ отличіе отъ субъективнаго изображенія, получаемаго въ плоскомъ зеркалѣ?

8. Начертите сѣченіе вогнутаго зеркала и обозначьте на его оптической оси мѣсто свѣтлой точки, которой разстояніе отъ зеркала больше радіуса его; это разстояніе обозначьте $=$ d. — Взявъ произвольно лучъ, падающій на зеркало, постройте углы паденія и отраженія этого луча, и, обозначивъ направленіе отраженнаго луча, отмѣтьте точку его встрѣчи съ оптическою осью; пусть это разстояніе $=$ f. — Замѣтивъ, что уголъ

при точкѣ паденія образованнаго лучами треугольника дѣлится пополамъ, выразите отношеніе между разстояніями центра зеркала отъ свѣтлой точки и фокуса сей послѣдней, причемъ радіусъ зеркала примите $=$ r. — Для центральныхъ лучей замѣните въ томъ же треугольникѣ стороны угла при точкѣ паденія черезъ d и f, и вставивъ эти величины въ найденное отношеніе, сдѣлайте всѣ приведенія и раздѣлите наконецъ обѣ части равенства на произведеніе dfr. — Какою формулою тогда выразится зависимость между d, f и r? — Откуда видно, что это выраженіе относится только къ центральнымъ лучамъ?

9. Какое физическое свойство центральныхъ лучей, падающихъ на зеркало, обнаруживаетъ эта формула, при замѣнѣ въ ней d на f и f на d, и какъ вслѣдствіе этого свойства называются свѣтлая точка и фокусъ ея?

10. Приложите всѣ предъидущія разсужденія къ тому случаю, когда свѣтлая точка находится на побочной оси.

11. Приложите предъидущія формулы къ параллельнымъ лучамъ, падающимъ, либо по направленію главной, либо по направленію которой нибудь изъ побочныхъ осей. — Съ какою величиною вы сравниваете разстояніе свѣтлой точки отъ зеркала, предполагая $d = \infty$?

12. Какъ называются фокусы параллельныхъ лучей, и который изъ нихъ названъ *главнымъ фокусомъ* зеркала?

13. Обозначьте разстояніе главнаго фокуса отъ зеркала черезъ F, и вставьте найденную для него величину въ первоначально выведенную формулу для центральныхъ лучей. — Какой видъ тогда принимаетъ эта формула?

14. Какія значенія должно въ послѣдней формулѣ приписывать величинѣ d, чтобы выразить, что свѣтлая точка находится: 1) далѣе центра зеркала, 2) въ самомъ центрѣ зеркала, 3) между центромъ и главнымъ фокусомъ, 4) въ главномъ фокусѣ, 5) между главнымъ фокусомъ и зеркаломъ?

15) Разсмотрите: какія величины принимаетъ разстояніе фокуса свѣтлой точки f, въ сравненіи съ F, въ указанныхъ 5 случаяхъ, и сдѣлайте чертежи, соотвѣтствующіе этимъ случаямъ.

16. Какія взаимныя направленія принимаютъ отраженные лучи въ послѣднемъ пятомъ случаѣ?—Составляется ли въ этомъ случаѣ *объективное* изображеніе свѣтлой точки передъ зеркаломъ, и когда глазъ смотритъ въ него, то гдѣ онъ видитъ изображеніе свѣтлой точки? — Къ какому роду принадлежитъ это изображеніе?

Составленіе изображеній въ вогнутыхъ зеркалахъ.

1. Если изъ свѣтлой точки, находящейся внѣ главной оси вогнутаго зеркала, на него падаетъ два луча: одинъ по направленію побочной оси, а другой параллельно главной оси, то въ какой точкѣ встрѣтятся эти лучи послѣ ихъ отраженія отъ зеркала?

2. Какъ отразится отъ зеркала лучъ, вышедшій изъ точки, лежащей внѣ главной оптической оси, и проходящій черезъ главный фокусъ зеркала?

3. Когда дана свѣтлая точка внѣ главной оптической оси вогнутаго зеркала, то для какого числа падающихъ на него лучей можно начертить ихъ направленія послѣ отраженія, не дѣлая построенія угловъ паденія и отраженія этихъ лучей?

4. Какое число лучей достаточно для того, чтобы на чертежѣ обозначить мѣсто изображенія точки, взятой внѣ главной оптической оси, и какіе лучи для этого выбираются?

5. Если при измѣненіи положенія свѣтлой точки случится, что соотвѣтствующая ей побочная ось, или лучъ, параллельный главной оси, не встрѣчаютъ зеркала, то имѣетъ ли это какое нибудь значеніе при опредѣленіи мѣста изображенія свѣтлой точки, и почему въ этомъ случаѣ можно зеркало представить себѣ продолженнымъ, чтобы обозначить мѣсто изображенія?

6. Какъ примѣнить указанный пріемъ черченія изображенія отдѣльной точки къ черченію изображенія предмета, находящагося передъ зеркаломъ?

7. Изобразите на чертежѣ предметъ прямою линіею и возьмите его расположеннымъ перпендикулярно къ главной оптической оси такъ, чтобы эта ось разсѣкала предметъ пополамъ; затѣмъ, *неизмѣняя величины предмета*, начертите его изображенія для слѣдующихъ положеній передъ зеркаломъ:

1) для двухъ положеній, когда предметъ отстоитъ отъ зеркала на разстояніяхъ, большихъ радіуса, т. е. для двухъ положеній, соотвѣтствующихъ $d > 2F$.

2) для положенія, когда разстояніе предмета отъ зеркала равно радіусу, т. е. для $d = 2F$.

3) для двухъ положеній предмета, для которыхъ $d > F$, но $< 2F$.

4) для положенія предмета, которому соотвѣтствуетъ $d = F$.

5) для двухъ положеній предмета, которымъ соотвѣтствуетъ $d < F$.

Всѣ эти изображенія, соотвѣтствующія различнымъ положеніямъ одного и того же предмета, начертите на одномъ и томъ же чертежѣ.

8. Какое положеніе на главной оси имѣетъ изображеніе свѣтлой точки, въ отношеніи къ центру и фокусу зеркала, въ каждомъ изъ предъидущихъ случаевъ?

9. Опредѣлите: при какихъ положеніяхъ предмета передъ зеркаломъ получаются объективныя, и при какихъ—субъективныя изображенія?—При какихъ положеніяхъ предмета изображенія его—обратныя, при какихъ—прямыя?—При какихъ положеніяхъ предмета изображенія увеличенныя и при какихъ—уменьшенныя?—Какъ измѣняется величина изображенія предмета съ приближеніемъ его изъ безконечно большаго разстоянія до самаго зеркала?

10. Какая величина названа *увеличиваніемъ изображенія*.— Выведите эту величину изъ чертежа, соотвѣтствующаго $d > 2F$, и повѣрьте построенія, указанныя въ предъидущемъ вопросѣ, вставляя въ формулу для увеличиванія $(W = \frac{F}{d-F})$ соотвѣтствующія каждому отдѣльному случаю разстоянія d.

11. Какимъ образомъ, на основаніи предъидущаго, опредѣляются *фокусное разстояніе зеркала* и длина его *радіуса* на практикѣ?

Отраженіе свѣта отъ выпуклаго зеркала.

1. Какая линія называется *оптическою осью* зеркала и какія прямыя называются *побочными* его *осями*?

2. По какимъ направленіямъ отражаются отъ выпуклаго зеркала лучи, падающіе на него по направленіямъ осей зеркала?—Какіе лучи, падающіе изъ свѣтлой точки на зеркало, называются *центральными?*

3. Возьмите свѣтлую точку внѣ оптической оси зеркала и постройте его изображеніе.—По какимъ взаимнымъ направленіямъ отражаются лучи, вышедшіе изъ свѣтлой точки?—Въ какомъ мѣстѣ глазъ долженъ увидѣть изображеніе этой точки?—Какого рода это изображеніе?—При какомъ только условіи для падающихъ лучей, всѣ отраженные лучи покажутся наблюдателю вышедшими изъ одной точки?—Какъ называется эта точка относительно свѣтлой точки?

4. Начертите сѣченіе выпуклаго зеркала; возьмите на оптической его оси свѣтлую точку и постройте сопряженный фокусъ ея. Обозначьте радіусъ зеркала и разстоянія свѣтлой точки и ея изображенія отъ зеркала соотвѣтственно буквами r, d и f, и выведите формулу, выражающую для центральныхъ лучей взаимную связь между этими тремя величинами.—(Первоначальная пропорція удобно выводится, если изъ мѣста изображенія провести прямую, параллельную радіусу, направленному въ точку паденія луча и принять во вниманіе образовавшійся при этомъ построеніи равнобедренный треугольникъ).

5. Сдѣлайте въ выведенной формулѣ всѣ упрощенія, соотвѣтствующія центральнымъ лучамъ, и наконецъ сравните ее съ формулою для вогнутаго зеркала, помня, что теперь при $d>0$ величины f и r должны считаться <0.

6. Чему будетъ равно разстояніе *главнаго фокуса* для выпуклаго зеркала, и какъ измѣнится общая формула при введеніи въ нее разстоянія главнаго фокуса?

7. Какая получается формула, когда свѣтящаяся точка взята на побочной оси зеркала?—Который главный фокусъ называется *фокусомъ зеркала?*

8. Выведите изъ общей формулы величину f, и найдите ея значенія для величины d, которая пусть измѣняется отъ ∞ до 0.—На какое разстояніе въ это время перемѣщается фокусъ свѣтлой точки?—Почему онъ не можетъ сдѣлаться объективною точкою?

9. Для какого числа падающихъ лучей можно указать ихъ направленія послѣ отраженія, не дѣлая построенія угловъ паденія и отраженія?

10. Начертите изображеніе предмета передъ выпуклымъ зеркаломъ, опредѣлите увеличиваніе изображенія, и укажите: между какими предѣлами измѣняется величина изображенія?

Сферическая аберрація.

1. Если на вогнутое сферическое зеркало падаютъ нецентральные параллельные лучи, то какъ расположены точки ихъ встрѣчи съ осью зеркала относительно главнаго фокуса?

2. Какого вида кривыя образуются отъ пересѣченія отраженныхъ лучей при условіяхъ предъидущаго вопроса, и какъ показать эти кривыя на бумагѣ, употребивъ на то согнутую полированную пластинку?

3. Какое вліяніе имѣетъ сферическая аберрація на изображеніе свѣтлой точки или свѣтлаго предмета, находящихся передъ зеркаломъ?

4. Какъ можно уменьшить сферическую аберрацію въ данномъ зеркалѣ, и какъ она измѣняется для даннаго зеркала съ измѣненіемъ разстоянія предмета отъ него?

5. Какого вида должна быть поверхность зеркала, чтобы для параллельныхъ лучей не было сферической аберраціи, и для какого разстоянія свѣтлой точки элиптическое зеркало уничтожаетъ эту аберрацію?

Зеркала цилиндрическія и коническія (анаморфозы).

1. Когда предметъ поставленъ передъ выпуклымъ цилиндрическимъ зеркаломъ, котораго ось вертикальна, то по какому направленію изображеніе предмета съуживается, и по какому направленію такое зеркало дѣйствуетъ подобно плоскому?

2. Какъ измѣняется видъ изображенія предмета передъ тѣмъ же зеркаломъ, когда ось сего послѣдняго горизонтальна?

3. Какъ должно измѣниться изображеніе того же предмета, когда, при горизонтальномъ направленіи оси цилиндра, верхняя

половина зеркала вогнута, а нижняя—выпукла, и когда разстояніе предмета менѣе фокуснаго разстоянія зеркала?

4. Когда поверхность зеркала коническая, то какъ измѣняются фокусныя разстоянія отдѣльныхъ его слоевъ, перпендикулярныхъ къ оси конуса?

5. По, какому направленію коническое зеркало дѣйствуетъ какъ плоское, и какой видъ принимаетъ изображеніе предмета передъ такимъ зеркаломъ?

6. Объясните происхожденіе изображенія, видимаго въ вогнутой сторонѣ полированной столовой ложки.

7. Какимъ названіемъ отличаютъ изображенія предметовъ, въ которыхъ отношенія между отдѣльными частями предмета и его изображенія неравны между собою?

ПРЕЛОМЛЕНІЕ СВѢТА.

1. Какъ измѣняется скорость свѣтоваго луча при переходѣ изъ пустого пространства въ какую нибудь среду, и какъ должно измѣниться направленіе луча вслѣдствіе уменьшенія его скорости при входѣ въ среду, и при выходѣ изъ нея?

2. Какъ называется отношеніе между скоростью луча въ пустомъ пространствѣ къ его скорости въ средѣ?

3. Почему показатель преломленія всегда больше единицы, и почему онъ для различныхъ срединъ имѣетъ различную величину?—Почему для каждой среды это число имѣетъ величину постоянную?

4. Какою формулою выражается показатель преломленія прозрачной среды для луча, падающаго на ея поверхность подъ даннымъ угломъ?

5. Какой уголъ называется *угломъ преломленія* луча, и какъ измѣняется уголъ преломленія съ увеличеніемъ угла паденія луча?—Который изъ двухъ означенныхъ угловъ измѣняется быстрѣе?

6. Въ какой плоскости находятся падающій и преломленный лучъ, если среда однородна?

7. Какъ выражаются законы преломленія свѣта для однородныхъ срединъ, и между какими предѣлами измѣняются углы паденія и преломленія луча свѣта?

8. Какимъ образомъ по показателю преломленія разсчитать наибольшую величину для угла преломленія въ данной средѣ?

9. Чему равны показатели преломленія стекла, воды, алмаза и воздуха, и чему равны наибольшіе или *предѣльные* углы преломленія для этихъ срединъ?

10. На какомъ приборѣ можно повѣрить всѣ вышеуказанные выводы для преломленія свѣта въ однородной средѣ?

11. Чему равно отношеніе между скоростью свѣта въ средѣ и скоростью свѣта въ пустотѣ, и какъ выражается это отношеніе помощью показателя преломленія среды?

12. Какъ измѣняется въ этомъ случаѣ уголъ преломленія луча съ увеличеніемъ его угла паденія, и который изъ этихъ двухъ угловъ измѣняется быстрѣе?

13. Который изъ двухъ вышеозначенныхъ угловъ, при постепенномъ увеличиваніи угла паденія, ранѣе достигаетъ своего предѣла?

14. По какому направленію выходитъ лучъ изъ среды въ пустое пространство, если онъ падалъ перпендикулярно на поверхность среды?

15. Все ли количество свѣта, попавшаго въ какую нибудь среду, снова выходитъ изъ нея?

16. Какое направленіе долженъ принять лучъ, который при выходѣ изъ среды падаетъ на поверхность ея подъ угломъ, который больше предѣльнаго угла преломленія?

17. Почему отраженіе луча во внутрь среды названо *полнымъ*, и чему равенъ *предѣльный уголъ полнаго внутренняго отраженія* для стекла, воды, алмаза и для воздуха?

18. Какими опытами можно удостовѣриться въ существованіи полнаго внутренняго отраженія въ прозрачной средѣ?

19. Почему конецъ палки, опущенной въ воду, кажется въ водѣ переломленнымъ?

20. Почему видимые на днѣ озера камни кажутся приподнятыми и на большемъ разстояніи отъ наблюдателя, чѣмъ на какомъ они дѣйствительно находятся?

Преломленіе свѣта въ средахъ съ параллельными поверхностями.

1. Когда среда ограничена параллельными плоскостями и лучъ свѣта падаетъ на одну изъ нихъ, то по какому направленію онъ долженъ выдти изъ среды, когда уголъ его паденія измѣняется отъ 0° до 90°?

2. Совпадаетъ ли направленіе луча внутри среды съ направленіями входящаго и выходящаго изъ нея лучей?

3. Какъ измѣняется предъидущее явленіе, если среда ограничена двумя параллельными сферическими поверхностями и вообще двумя параллельными поверхностями какого бы то ни было вида?—Какое вліяніе въ этихъ случаяхъ имѣетъ толщина среды?

4. Зависятъ ли предъидущіе законы прохожденія луча черезъ среды, ограниченныя параллельными поверхностями, отъ показателя преломленія самой среды, и почему эти законы могутъ быть приложены къ цѣлому ряду слоевъ, съ параллельными плоскостями, хотя бы показатели преломленія слоевъ были различны?

5. Какимъ образомъ можно воспользоваться предъидущими законами для опредѣленія отношенія между показателями преломленія двухъ срединъ?

6. Какія измѣненія въ ходѣ луча внутри срединъ произойдутъ отъ перестановки слоевъ по иному порядку?

7. Представьте на чертежѣ земную атмосферу, состоящую изъ параллельныхъ слоевъ, которыхъ показатели преломленія постепенно увеличиваются по мѣрѣ приближенія къ горизонту, и начертите ходъ луча, выходящаго напр. изъ звѣзды, и достигающаго глаза наблюдателя.—Укажите: по какому направленію наблюдатель увидитъ звѣзду вслѣдствіе преломленія свѣта въ воздухѣ, когда звѣзда не находится въ его зенитѣ, и по какому направленію онъ увидѣлъ бы ту-же звѣзду, еслибъ воздухъ не преломлялъ свѣтоваго луча?—Какъ называется уголъ, составленный двумя указанными направленіями?—Для какого положенія звѣзды уголъ рефракціи=0?—Для какого ея положенія уголъ рефракціи имѣетъ наибольшую величину?

8. Когда лучъ долженъ переходить изъ одного слоя воздуха въ другой, причемъ показатель преломленія для каждаго послѣдующаго слоя болѣе чѣмъ для предшествующаго, то пройдетъ ли лучъ черезъ всѣ слои?—Какъ, на основаніи, предъидущаго, объясняется явленіе *марево* или fata morgana?

Преломленіе свѣта въ оптической призмѣ.

1. Какого вида среда называется призмою, относительно падающаго на нее свѣтоваго луча?

2. Укажите въ оптической призмѣ ея преломляющій уголъ, преломляющее ея ребро, преломляющія ея стороны и основаніе ея.

3. Если лучъ падаетъ перпендикулярно на одну изъ преломляющихъ сторонъ призмы, то подъ какимъ угломъ этотъ лучъ упадетъ, послѣ входа въ призму, на другую преломляющую сторону ея, и почему этотъ лучъ не выйдетъ изъ призмы, когда преломляющій уголъ ея больше предѣльнаго угла преломленія среды, изъ которой призма сдѣлана?

4. Начертите ходъ луча, падающаго на призму подъ острымъ угломъ и проходящаго черезъ нее?—Почему выходящій лучъ не можетъ быть параллеленъ входящему, и въ которую сторону отклоняется выходящій лучъ относительно преломляющаго ребра призмы?

5. Отъ какого угла зависитъ: можетъ ли лучъ выдти изъ призмы, или нѣтъ, и при какой величинѣ того угла лучъ отразится во внутрь призмы?

6. Какъ называется уголъ, составляемый лучами входящимъ и выходящимъ изъ призмы? — Имѣетъ ли этотъ уголъ одну и туже величину для всѣхъ лучей, падающихъ на призму, и какимъ опытомъ можно удостовѣриться, что онъ измѣняется вмѣстѣ съ угломъ паденія луча?

7. Какъ великъ уголъ отклоненія для луча, падающаго перпендикулярно на сторону призмы и проходящаго черезъ нее?

8. Какъ выражается уголъ отклоненія луча помощью четырехъ угловъ, составляемыхъ лучемъ со сторонами призмы?

9. Введите въ предъидущее выраженіе для угла отклоненія величину преломляющаго угла призмы.

10. Какимъ опытомъ можно убѣдиться, что уголъ отклоненія данной призмы имѣетъ нѣкоторую *наименьшую* величину, которая всегда больше нуля?

11. Какое отношеніе между углами входа и выхода луча изъ призмы, когда лучъ черезъ нее проходитъ при углѣ наименьшаго отклоненія?

Опредѣленіе показателя преломленія.

12. Какимъ образомъ, при введеніи условія наименьшаго отклоненія въ выраженія для преломляющаго угла призмы и для угла отклоненія проходящаго черезъ нее луча, можно разсчитать углы паденія и преломленія луча при одной и той же поверхности призмы, а по нимъ *показателя преломленія* среды, изъ которой призма сдѣлана?

13. Какъ устроенъ приборъ для измѣренія угла преломленія призмы и угла наименьшаго отклоненія какого нибудь падающаго на призму луча? — Какъ *Араго* (Arago) опредѣлилъ показателя преломленія воздуха, пользуясь этимъ приборомъ?

ПРЕЛОМЛЕНІЕ СВѢТА ВЪ СФЕРИЧЕСКИХЪ СТЕКЛАХЪ.

1. Какого вида прозрачное тѣло называется оптическимъ стекломъ?

2. Какими поверхностями обыкновенно ограничены оптическія стекла, употребляемыя на практикѣ?

3. Сколько существуетъ нормальныхъ видовъ сферическихъ стеколъ и какъ они называются?

4. Начертите сѣченія всѣхъ 6 видовъ сферическихъ стеколъ; затѣмъ, отмѣтивъ центры поверхностей каждаго стекла и обозначивъ радіусы этихъ поверхностей черезъ r и r′, причемъ r относится къ поверхности, на которую свѣтъ падаетъ, и принявъ оба эти радіуса положительными для двояко-выпуклаго стекла, сообразите: которому изъ 6 нормальныхъ видовъ сферическихъ стеколъ, соотвѣтствуютъ каждое изъ слѣдующихъ условій:

1) $\begin{matrix} r>0 \\ r'>0 \end{matrix}$ 2) $\begin{matrix} r>0 \\ r'=\infty \end{matrix}$ 3) $\begin{matrix} r>0 \\ r'<0 \end{matrix}$ 4) $\begin{matrix} r<0 \\ r'<0 \end{matrix}$ 5) $\begin{matrix} r<0 \\ r'=\infty \end{matrix}$ 6) $\begin{matrix} r<0 \\ r'<0 \end{matrix}$

Въ условіяхъ 3) и 6) принимается, что численная величина для $r<$ численной величины для r'?

5. Какого вида оптическое стекло названо *менискомъ?*

6. Какъ называется прямая, проходящая черезъ центры поверхностей оптическаго стекла?

7. Какъ проходитъ черезъ оптическое стекло лучъ, падающій на него по направленію оптической оси? — Почему этотъ лучъ не измѣняетъ своего направленія?

8. Начертите ходъ луча, падающаго на двояко-выпуклое стекло параллельно оптической оси?

9. Если взять группу лучей, падающихъ параллельно оптической оси въ такія точки двояковыпуклаго стекла, которыя равно удалены отъ этой оси, то почему всѣ эти лучи должны встрѣтиться въ одной точкѣ?

10. Если взять вторую группу лучей, параллельныхъ оптической оси, и падающихъ на то же стекло, нѣсколько далѣе или ближе къ ней, чѣмъ лучи первой группы, то пересѣкутся ли лучи второй группы въ той же точкѣ, въ которой пересѣкались лучи первой группы?

11. Для которой группы углы паденія лучей на стекло были больше?

12. При какомъ условіи, относительно угловъ паденія лучей, можно допустить, что всѣ параллельные оптической оси лучи пересѣкаются послѣ выхода изъ стекла въ одной точкѣ?

13. Какъ называется точка встрѣчи лучей, выходящихъ изъ оптическаго стекла, когда на стекло падали центральные лучи параллельно оптической оси его? — Почему главный фокусъ стекла долженъ находиться на оптической оси стекла?

14. Какое вы дадите опредѣленіе для центральныхъ лучей относительно оптическаго стекла?

15. Если двояковыпуклое стекло разсѣчь плоскостью, проходящею черезъ оптическую ось его и соединить крайнія точки сѣченія той поверхности, которая обращена къ свѣту съ центромъ этой поверхности, то какъ называется уголъ при центрѣ между двумя проведенными радіусами?

16. Если разсматривать оптическое стекло какъ рядъ кон-

центрическихъ круговыхъ колецъ, то сѣченіе каждаго кольца плоскостью, проходящею черезъ оптическую ось стекла, представляется двумя симетрично расположенными трапеціями, которыя для крайняго кольца обращаются въ два треугольника. Равны ли преломляющіе углы этихъ кольцеобразныхъ призмъ?— Въ какую сторону отъ оптической оси преломляющіе углы этихъ кольцеобразныхъ призмъ увеличиваются, и которая призма имѣетъ наибольшій преломляющій уголъ?

17. Если для каждаго изъ разсмотрѣнныхъ шести видовъ оптическихъ стеколъ составить чертежъ, на которомъ изображается ходъ центральныхъ лучей, падающихъ на стекло параллельно оптической его оси, то какое различіе обнаружится между стеклами первыхъ трехъ и послѣднихъ трехъ видовъ, при сравненіи взаимнаго расположенія выходящихъ изъ нихъ лучей, и на какія двѣ группы вслѣдствіе того раздѣляются всѣ оптическія стекла?

18. Какое физическое различіе между главными фокусами собирательныхъ и разсѣивающихъ стеколъ?—По которую сторону относительно свѣта находится главный фокусъ въ собирательныхъ и въ разсѣивающихъ стеклахъ?

19. Изобразите на чертежѣ ходъ луча, падающаго на собирательное стекло параллельно оптической оси, и указавъ направленіе выходящаго луча, отмѣтьте главный фокусъ стекла черезъ F.—Если теперь представить себѣ, что падающій лучъ въ плоскости чертежа вращается вокругъ точки его паденія, то какъ измѣнятся направленія лучей, входящаго и выходящаго изъ стекла? какъ во время этого вращенія луча измѣняются положенія точекъ его пересѣченія съ осью относительно стекла?

20. Сдѣлайте тоже построеніе и примѣните тоже разсужденіе къ двояковогнутому стеклу.

21. Изобразите на чертежѣ ходъ центральныхъ лучей, выходящихъ изъ свѣтлой точки на оптической оси собирательнаго стекла и отмѣтьте положеніе точки пересѣченія выходящихъ изъ него лучей. — Называя эту точку пересѣченія *фокусомъ свѣтлой точки*, объясните: почему фокусъ свѣтлой точки, находящейся на главной оси, также долженъ быть на этой оси?— Какъ будетъ измѣняться положеніе фокуса при приближеніи свѣтлой точки къ стеклу? — Почему отъ перемѣщенія свѣтлой точки въ то мѣсто, гдѣ находится фокусъ ея, выходящіе изъ стекла лучи должны собраться тамъ, гдѣ прежде находилась свѣтлая точка?—Какъ вы вслѣдствіе того назовете мѣста свѣтлой точки и фокуса ея?

22. На какомъ разстояніи отъ стекла, на основаніи предъидущаго свойства, должна быть помѣщена свѣтлая точка на оптической оси, чтобы лучи ея выходили изъ стекла параллельными оси?—Сколько главныхъ фокусовъ должно различать въ двояковыпукломъ стеклѣ?

23. Какія направленія одинъ относительно другаго принимаютъ выходящіе изъ собирательнаго стекла лучи, когда свѣтлая точка помѣщена между главнымъ фокусомъ и стекломъ?— Какое свойство принимаетъ фокусъ въ этомъ случаѣ? — Которая точка всегда болѣе удалена отъ стекла; свѣтлая или субъективный ея фокусъ?

24. Начертите ходъ центральныхъ лучей, падающихъ на разсѣивающее стекло изъ свѣтлой точки, лежащей на его оптической оси.—Отмѣтьте положеніе субъективнаго фокуса этой точки относительно главнаго фокуса стекла.—При какомъ положеніи свѣтлой точки на главной оси, лучи этой точки должны выходить изъ стекла параллельно той же оси?

25. Какъ преломляются сходящіеся лучи въ собирательныхъ и въ разсѣивающихъ стеклахъ?

ВЫВОДЪ ОСНОВНОЙ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПРЕЛОМЛЕНІЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХЪ ЛУЧЕЙ ВЪ ТОНКИХЪ СФЕРИЧЕСКИХЪ СТЕКЛАХЪ.

1. Обозначьте на чертежѣ сѣченіе прозрачной среды, ограниченной только съ одной стороны сферическою поверхностью; сѣченіе это представьте дугою, которой среднюю точку или полюсъ обозначьте черезъ A, а центръ поверхности пусть будетъ O, радіусъ этой поверхности назовите r. — Проведите ось сферической поверхности черезъ точки A и O, и возьмите на ней свѣтлую точку S, которой разстояніе AS отъ сферической поверхности пусть=d.—Начертивъ лучъ SM, падающій въ произвольно взятую точку M сферической поверхности, постройте уголъ паденія этого луча $= \alpha$, уголъ преломленія его$=\varsigma$, и продолжите лучъ преломленія до пересѣченія съ осью поверхности въ точкѣ, которую обозначьте буквою H. — Затѣмъ уголъ на-

клоненія радіуса OM къ оптической оси SH обозначьте черезъ β, а разстояніе AH черезъ f'. — Принимая теперь, что для центральныхъ лучей $SM = SA = d$, также $HM = HA = f'$, выведите изъ треугольниковъ SMO и OMH слѣдующія два выраженія:

$$\sin\beta = \frac{d \sin\alpha}{d+r} \text{ и } \sin\beta = \frac{f' \sin\varsigma}{f'-r}$$

Прировнявъ эти двѣ величины другъ другу, вставьте въ полученное уравненіе $\frac{\sin\alpha}{\sin\varsigma} = \mu$, раздѣлите всѣ члены уравненія на произведеніе drf', и выведите:

$$\frac{\lambda}{d} + \frac{\mu}{f'} = (\mu - 1)\frac{1}{r} \qquad (1)$$

2. Ограничивъ теперь среду другою сферическою поверхностью такъ чтобы получилось двояковыпуклое стекло, обозначьте: центръ этой новой поверхности черезъ O′, полюсъ ея черезъ B, а точку ея пересѣченія съ прежнимъ лучемъ преломленія MH черезъ N.—Длина радіуса этой поверхности пусть$=r'$.—Далѣе постройте при N углы паденія и преломленія α' и ς' для луча MH и обозначьте черезъ K ту точку оптической оси, въ которой она встрѣчается лучемъ, выходящимъ изъ стекла при N; разстояніе точки K отъ стекла, т. е. BK, обозначьте черезъ f, а уголъ наклоненія радіуса O′N къ оптической оси стекла пусть$=\gamma$.

Если стекло принять весьма тонкимъ въ сравненіи съ длинами радіусовъ r и r′ (какъ это всегда бываетъ на практикѣ), то толщина стекла AB можетъ быть взята$=0$, такъ что $BK = AK = f$; а такъ какъ для центральныхъ лучей $KN = KB$, то также $KN = f$. — Теперь выведите изъ треугольниковъ O′NH и O′NK слѣдующія два выраженія:

$$\sin\gamma = \frac{f' \sin\alpha'}{f' + r'} \text{ и } \sin\gamma = \frac{f \sin\varsigma'}{f + r'}$$

Вставивъ въ уравненіе, составленное изъ этихъ двухъ выраженій $\frac{\sin\alpha'}{\sin\varsigma'} = \frac{1}{\mu}$, и раздѣливъ затѣмъ всѣ члены уравненія на $bf'r'$, выведите

$$\frac{1}{f} - \frac{\mu}{f'} = (\mu - 1)\frac{1}{r'} \qquad (2)$$

3. Сложивъ два уравненія (1) и (2) вы получите основную формулу для преломленія центральныхъ лучей въ двояковыпукломъ стеклѣ.

Эта формула имѣетъ видъ:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right) \qquad \text{I}$$

и опредѣляетъ зависимость между d, f, r, r′ и показателемъ преломленія μ той среды, изъ которой приготовлено стекло.

4. Чѣмъ отличается пуедъидущая формула для собирательнаго стекла отъ основной формулы для собирательнаго, т. е. вогнутаго зеркала?

5. Откуда видно изъ выведенной формулы, что мѣста свѣтлой точки и фокуса ея суть *сопряженныя* точки?

6. Откуда слѣдуетъ изъ предъидущей формулы, что ходъ луча, проходящаго черезъ стекло, независитъ отъ того, на которую поверхность стекла лучъ падаетъ, или иначе: что отъ перевертыванія стекла фокусъ свѣтлой точки не измѣняетъ своего положенія на оптической оси стекла?

7. При какой величинѣ d выведенная выше формула относится къ центральнымъ лучамъ, падающимъ на стекло *параллельно* оптической оси, и какой видъ принимаетъ уравненіе для этого случая?

8. Обозначивъ главное фокусное разстояніе стекла черезъ F, покажите что общее уравн. обращается въ уравненіе $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$.

9. Сравните первое изъ этихъ двухъ уравненій съ основною формулою, выведенною для вогнутыхъ зеркалъ, и укажите: чѣмъ различаются эти двѣ формулы?

10. Какія величины принимаетъ фокусное разстояніе f свѣтлой точки при значеніяхъ для:

$d=\infty$, $d>2F$, $d=2F$, $d<2F$ но$>F$, $d=F$ и $d<F$?

11. Составьте чертежи, соотвѣтствующіе каждому изъ указанныхъ значеній для d.

12. Чему равно главное фокусное разстояніе F для двояко-выпуклаго стекла, для котораго показатель преломленія $\mu = \frac{3}{2}$, если кромѣ того $r = r'$?

13. Какой видъ принимаетъ величина $\frac{1}{F}$, когда стекло плосковыпукло, и чему равна для такого стекла величина F, при $\mu = \frac{3}{2}$?

14. Какой видъ принимаетъ величина $\frac{1}{F}$ для выпукло-вогнутаго стекла (мениска?—Почему множитель $\left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}\right) > 0$? — Почему этотъ множитель неизмѣняется, если такъ повернемъ стекло, чтобы свѣтъ падалъ на вогнутую поверхность мениска?

15. Какую величину въ сравненіи съ нулемъ имѣетъ $\frac{1}{F}$ для всѣхъ собирательныхъ стеколъ?

16. Докажите, что для двояковогнутаго стекла: $\frac{1}{F} = -(\mu - 1)\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r'}\right)$.

17. Чему равно $\frac{1}{F}$ для плосковогнутаго и для вогнуто-выпуклаго стекла?

18. Объясните, что для разсѣивающихъ стеколъ всегда $F \angle 0$.

19. Какое положеніе относительно стекла имѣютъ фокусы, которымъ соотвѣтствуютъ величины $f \angle 0$ и $F \angle 0$, и какъ называются такіе фокусы?

20. Какимъ образомъ отличить собирательное стекло отъ разсѣивающаго если на ощупь это сдѣлать невозможно, какъ это напр: часто бываетъ со стеклами для очковъ?

Центръ оптическаго стекла; побочныя оси стекла.

1. Если изъ центровъ 0 и 0′ поверхностей стекла провести параллельные радiусы къ этимъ поверхностямъ, то каково относительное положенiе плоскостей, касательныхъ къ стеклу въ точкахъ встрѣчи проведенныхъ радiусовъ съ соотвѣтствующими имъ поверхностями?

2. Много ли можно провести паръ параллельныхъ плоскостей, касательныхъ къ стеклу?

3. Выберите произвольно одну такую пару, соедините точки ея касанiя a и b прямою линiею, и обозначьте точку пересѣченiя линiи ab съ оптическою осью стекла черезъ C.—Затѣмъ возьмите вторую пару такихъ параллельныхъ плоскостей, касающихся къ стеклу въ точкахъ a′ и b′, обозначьте точку пересѣченiя линiи a′b′ съ осью стекла черезъ C′ и докажите, что точки C и C′ должны совпадать.

4. Если лучъ свѣта, падая на стекло, проходитъ внутри стекла черезъ точку C, то по какому направленiю лучъ долженъ выходить изъ стекла?

5. Какое названiе дано точкѣ C на основанiи доказаннаго ея свойства, и какъ называются всѣ прямыя, проходящiя внутри стекла черезъ эту точку?

6. Сдѣлайте на чертежѣ построенiе центровъ въ оптическихъ стеклахъ всѣхъ шести видовъ.—Въ какихъ стеклахъ центры находятся внѣ массы стекла?—Когда центры находятся въ самой срединѣ, и когда находятся центры на поверхности стекла?

7. Если лучъ проходитъ внутри стекла черезъ центръ его, то распространяется ли такой лучъ по побочной оси стекла, т. е. по *прямой линiи*, проведенной черезъ центръ стекла?

8. Какое должно сдѣлать предположенiе относительно толщины стекла, чтобы можно было принять, что лучъ распространяется по направленiю побочной оси стекла?

9. Сдѣлавъ предположенiе, что толщина двояковыпуклаго стекла весьма мала въ сравненiи съ радiусами его поверхностей, начертите оптическую ось стекла и возьмите свѣтлую точку гдѣ нибудь внѣ этой оси.—Затѣмъ проведите черезъ свѣтлую точку побочную ось, и сообразите: какiе лучи, выходящiе изъ свѣтлой точки должны считаться центральными относительно проведенной побочной оси стекла?—Взявъ другой лучъ, падающiй на стекло изъ той же свѣтлой точки, примѣните къ побочной оси тѣ же разсужденiя, какiя выше приведены относительно главной оптической оси, и повторивъ тѣже вычисленiя, докажите, что если разстоянiе свѣтлой точки отъ стекла по направленiю побочной оси есть d′, разстоянiе фокуса ея отъ стекла = f′, то

$$\frac{1}{d'}+\frac{1}{f'}=\frac{1}{F'}$$

гдѣ F′ есть разстоянiе главнаго фокуса на побочной оси.

10. Когда передъ оптическимъ стекломъ одна свѣтлая точка находится на главной оси стекла, а другая свѣтлая точка внѣ этой оси, но на такомъ же разстоянiи отъ центра стекла, то какъ расположены фокусы этихъ свѣтлыхъ точекъ относительно центра стекла?

11. Если свѣтлая точка не измѣняетъ своего положенiя, то перемѣщается ли ея изображенiе, т. е фокусъ ея, когда мы стекло наклонимъ къ его оптической оси, не измѣняя положенiя центра?—Какъ это повѣрить на опытѣ?

12. Опредѣлите на чертежѣ мѣсто изображенiя свѣтлой точки, стоящей передъ двояко-вогнутымъ стекломъ и не находящейся на главной оптической оси стекла.

Построенiе изображенiй, получаемыхъ помощью оптическихъ стеколъ.

1. Начертите изображенiе предмета, находящагося передъ двояковыпуклымъ стекломъ на разстоянiи d>2F.—Какъ измѣнится величина этого изображенiя при удаленiи предмета отъ стекла?—Какъ расположено это изображенiе относительно оптической оси стекла, въ сравненiи съ расположенiемъ предмета относительно той же оси?—Какое положенiе имѣетъ изображенiе въ разсматриваемомъ случаѣ относительно главнаго фокуса стекла и точки, отстоящей отъ него на 2F?—Какъ велико увеличиванiе стекла въ разсматриваемомъ случаѣ?

2. Начертите изображенiе предмета, отстоящаго отъ двояковыпуклаго стекла на разстоянiи d>F но ∠2F.—Разберите всѣ вопросы, приведенные для предъидущаго случая.

3. Гдѣ должно образоваться изображеніе, когда предметъ находится передъ двояковыпуклымъ стекломъ на разстояніи $d = 2F$, и гдѣ составится изображеніе предмета, когда разстояніе его отъ того же стекла равно $d = F$?

4. Начертите изображеніе предмета, находящагося передъ двояковыпуклымъ стекломъ на разстояніи $d \angle F$.—Какого рода изображеніе получается въ этомъ случаѣ и какъ расположены его точки относительно соотвѣтствующихъ точекъ предмета?—Какъ измѣняется величина этого изображенія съ приближеніемъ предмета къ стеклу?

5. Какимъ опытомъ можно опредѣлить разстояніе главнаго фокуса отъ стекла?

6. Вмѣсто двояковыпуклаго стекла возьмите двояковогнутое, и начертите изображенія одного и того же предмета въ двухъ его положеніяхъ передъ стекломъ.—Какого рода изображенія получаются помощью такого разсѣивающаго стекла?—Какъ расположены точки субъективнаго изображенія относительно соотвѣтствующихъ точекъ предмета?—Какъ измѣняется величина субъективнаго изображенія въ разсматриваемомъ случаѣ съ удаленіемъ предмета отъ стекла? — Въ какомъ мѣстѣ долженъ находиться предметъ передъ двояковыпуклымъ стекломъ, чтобы лучи каждой точки предмета выходили изъ стекла параллельными между собою, а слѣд. и параллельно побочной оси, соотвѣтствующей этой точкѣ?

Сферическая аберрація.

1. Когда не всѣ лучи, падающіе изъ свѣтлой точки на оптическое стекло могутъ считаться центральными, т. е. разстояніе свѣтлой точки отъ стекла не можетъ быть принято весьма большимъ въ сравненіи съ радіусами его поверхностей, то пересѣкутся ли всѣ выходящіе изъ стекла лучи въ одной точкѣ?

2. Какой видъ принимаетъ изображеніе точки вслѣдствіе дѣйствія нецентральныхъ лучей?

3. Какимъ названіемъ обозначено вліяніе нецентральныхъ лучей на ясность изображенія предмета?

4. Если изображеніе предмета, получаемое помощью большаго двояковыпуклаго стекла принять на бѣлую плоскость (экранъ), то изображеніе сдѣлается точнѣе, когда со стороны падающаго свѣта поставимъ передъ стекломъ темную непрозрачную пластинку (діафрагму) съ вырѣзомъ противъ средней части стекла. Какъ объяснить это явленіе?

5. Если при повтореніи предъидущаго опыта вмѣсто прежней діафрагмы употребить другую, въ которой кромѣ круглаго отверстія еще есть концентрическая съ нимъ кольцеобразная щель, то на экранѣ получаются два изображенія свѣтлаго тѣла; изъ которыхъ одно яснѣе другого. — Если закрыть среднее круглое отверстіе и установить экранъ такъ, чтобы изображеніе свѣтящагося предмета было наиболѣе ясно, то, закрывъ щель и открывъ среднее отверстіе, приходится экранъ отодвинуть отъ стекла, чтобы снова получить ясное изображеніе предмета. Спрашивается: которые лучи послѣ выхода изъ стекла отклоняются сильнѣе отъ первоначальныхъ своихъ направленій: крайніе или средніе лучи, падающіе на стекло? — Которые лучи послѣ выхода изъ стекла пересѣкаются ближе къ стеклу: центральные или нецентральные лучи?

6. Начертите ходъ лучей, вышедшихъ изъ свѣтлой точки и преломляющихся въ двояко-выпукломъ стеклѣ, когда эти лучи не могутъ всѣ быть приняты за *центральные*.—Какого вида линію (діакаустика) образуетъ рядъ точекъ, въ которыхъ пересѣкаются лучи, выходящіе изъ стекла?

7. Измѣняется ли сферическая аберрація съ измѣненіемъ разстоянія предмета отъ стекла?

8. Почему, при полученіи субъективныхъ изображеній помощью двояковыпуклаго стекла, сферическая его аберрація снова уменьшается при приближеніи предмета къ стеклу?

9. Почему сферическая аберрація для разсѣивающихъ стеколъ сравнительно слабѣе, чѣмъ для собирательныхъ, если только радіусы поверхностей и величина стеколъ одинаковы?

10. Если радіусы поверхностей мениска имѣютъ нѣкоторыя опредѣленныя величины, то такое стекло не имѣетъ сферической аберраціи. Эту аберрацію можно также уничтожить соединеніемъ двухъ стеколъ при опредѣленныхъ длинахъ радіусовъ ихъ поверхностей.—Какъ называются оптическія стекла, неимѣющія сферической аберраціи?

11. Для чего въ биноклях и вообще во всѣхъ оптическихъ трубахъ между стеклами находятся зачерненныя металлическія пластинки въ видѣ колецъ (діафрагмы)?

Увеличиваніе оптическихъ стеколъ.

1. Назвавъ *увеличиваніемъ* то отношеніе, которое въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ существуетъ между величиною изображенія и величиною предмета, и обозначивъ это отношеніе черезъ W, выведите для собирательнаго стекла, что $W = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F}$, гдѣ f, d и F имѣютъ тѣже значенія, какія имъ были даны при выводѣ вышеупомянутыхъ формулъ для стеколъ.

2. Разсмотрите: какія величины принимаетъ W, когда:
1) $d = \infty$ 2) $d > 2F$, 3) $d = 2F$. 4) $d \angle 2F$, но $> F$. 5) $d = F$ и 6) $d \angle F$.

3. Что означаетъ $W = 0$, $W \angle 1$, $W = 1$, $W > 1$ и $W \angle 0$?

4. Согласуются ли получаемые выводы для W съ чертежами, по которымъ выше обсуждалось измѣненіе величины изображенія съ измѣненіемъ разстоянія предмета отъ стекла?

5. Какой видъ принимаетъ предъидущая формула для W, когда разсматриваемое стекло не собирательное, а разсѣивающее?

6. Какъ вывести изъ предъидущей формулы, что помощью разсѣивающихъ стеколъ нельзя получить ни объективныхъ изображеній, ни такихъ, которыя были бы больше предмета?

РАЗЛОЖЕНІЕ СВѢТА НА ЦВѢТА.

(Хроматизмъ).

1. Какое различіе обнаруживается въ явленіяхъ, когда солнечные лучи проходятъ въ темную комнату черезъ малое отверстіе, прикрытое стекломъ съ параллельными стѣнками, и когда это отверстіе прикрыто оптическою призмою?—Получаются ли свѣтлыя пятна въ обоихъ случаяхъ въ одномъ и томъ же мѣстѣ на экранѣ, и какого вида получаемыя свѣтлыя пятна?

2. Какъ дѣйствуетъ призма на падающіе на нее солнечные лучи?—Что доказываетъ, что различныя части пучка солнечныхъ лучей не одинаково преломляются призмою?

3. Въ какомъ мѣстѣ призмы падающій на нее солнечный лучъ начинаетъ раздѣляться на составныя свои части, и какое заключеніе должно сдѣлать относительно показателя преломленія одной и той же средины для различныхъ частей солнечнаго свѣта?

4. Какое заключеніе должно сдѣлать относительно скорости распространенія различныхъ частей солнечнаго свѣта въ одной и той же срединѣ?

5. Какимъ образомъ дѣйствуютъ на глазъ различныя части солнечнаго свѣта, распространяющіяся въ средѣ съ различною скоростью?

6. Какого цвѣта лучи распространяются въ стеклѣ съ наибольшею скоростью, и какого цвѣта лучи имѣютъ наименьшую скорость?

7. Кто первый предложилъ принимать семь основныхъ цвѣтовъ въ солнечномъ спектрѣ и въ какомъ порядкѣ они распредѣлены?

8. Если, при повтореніи предъидущаго опыта съ призмою, поставить передъ отверстіемъ поочередно: красное, желтое, синее стекло, то какого цвѣта и какого вида свѣтлыя пятна получаются на бѣломъ экранѣ? — Являются ли эти пятна на томъ же мѣстѣ экрана?

9. Какъ объясняется продолговатый видъ спектра и постепенные въ немъ переходы отъ одного цвѣта къ другому?

10. Если на стѣнѣ темной комнаты получено одноцвѣтное пятно: напр. красное, то какое движеніе оно принимаетъ при поворачиваніи призмы вокругъ ея преломляющаго ребра?

11. Если черезъ малое отверстіе пропустить пукъ солнечныхъ лучей въ темную комнату, и затѣмъ поставить передъ отверстіемъ двѣ призмы, которыхъ преломляющія ребра взаимно перпендикулярны, то какое положеніе принимаетъ спектръ относительно направленій этихъ реберъ? — Произойдетъ ли при этомъ опытѣ смѣшеніе цвѣтовъ или новое разложеніе котораго нибудь изъ цвѣтныхъ лучей?

12. Если въ темную комнату пропустить солнечные лучи черезъ два отверстія равной величины, и, установивъ позади этихъ отверстій двѣ равныя призмы такъ, чтобы спектры ихъ совпадали, то что долженъ увидѣть глазъ, смотрящій со стороны падающаго свѣта черезъ одну изъ этихъ призмъ, когда свѣтъ проходитъ черезъ другую призму?

13. Почему лучи семи основныхъ цвѣтовъ солнечнаго спектра называютъ *простыми* лучами?

14. Если на пути выходящихъ изъ призмы лучей поставить собирательное стекло и помѣстить экранъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ эти лучи собираются въ наибольшемъ количествѣ, то какого цвѣта пятно образуется на экранѣ?

15. Какое впечатлѣніе относительно цвѣта производитъ на глазъ вращающійся кругъ, который раздѣленъ на 7 секторовъ, окрашенныхъ каждый отдѣльно въ одинъ изъ 7 цвѣтовъ спектра?

16. На какомъ свойствѣ глаза основанъ предъидущій опытъ, и почему такой кругъ во время своего вращенія никогда не покажется чистаго бѣлаго цвѣта?

17. Какимъ образомъ можно доказать, что одновременныя впечатлѣнія 7 основныхъ цвѣтовъ спектра соединяются въ нашемъ глазѣ въ бѣлый цвѣтъ, если для такого опыта употребить рамку съ 7 зеркалами, изъ которыхъ каждое можетъ быть наклонено къ плоскости рамки?

18. Необходимо ли соединенія всѣхъ цвѣтовъ спектра для полученія бѣлаго цвѣта, и какой цвѣтъ получается отъ соединенія желтаго цвѣта съ синимъ, или оранжеваго съ темноголубымъ? — Чѣмъ объяснить, почему синька съ гумигутомъ даютъ зеленый, а не бѣлый цвѣтъ?

19. Какъ называются два цвѣта спектра, отъ соединенія которыхъ получается бѣлый цвѣтъ?

20. Какимъ образомъ всѣ встрѣчающіеся въ природѣ цвѣта и не находящіеся въ солнечномъ спектрѣ могутъ быть получены при помощи 7 зеркалъ, укрѣпленныхъ на одной и той же рамкѣ и вращающихся вокругъ параллельныхъ другъ къ другу осей?

21. Въ какомъ мѣстѣ солнечный спектръ имѣетъ наибольшій *блескъ?*

22. Если солнечные спектры получатъ посредствомъ призмъ изъ различныхъ веществъ, то какое различіе наблюдается въ этихъ спектрахъ?

23. Чѣмъ различаются спектры искуственныхъ источниковъ свѣта отъ солнечнаго спектра?

24. Какой уголъ опредѣляетъ *свѣторазсѣяніе* призмы и какъ измѣняется этотъ уголъ, при наименьшемъ отклоненіи призмы, съ измѣненіемъ преломляющаго ея угла?

25. Какъ измѣняется уголъ свѣторазсѣянія при пропусканіи одного и того же пука лучей черезъ рядъ призмъ, которыхъ преломляющія ребра параллельны и которыя отклоняютъ лучи въ одну и туже сторону?

Видъ изображенія предмета, разсматриваемаго черезъ призму.

1. Если изъ бѣлой свѣтлой точки падаетъ два луча на призму, которой преломляющее ребро горизонтально, то какъ изъ призмы выходятъ крайніе красные и крайніе фіолетовые лучи свѣтлой точки, и увидитъ ли глазъ, встрѣчаемый этими лучами, красное и фіолетовое ея изображенія въ одномъ и томъ же мѣстѣ?—Въ какомъ видѣ свѣтлая точка должна показаться глазу, смотрящему на нее черезъ призму?

2. Если вмѣсто точки представимъ себѣ вертикальную бѣлую черту опредѣленной длины на темномъ фонѣ, то изображенія послѣдовательныхъ точекъ черты покрываютъ одно другое; но почему эти изображенія не сливаются вполнѣ, и какого вида должно быть изображеніе черты?

3. Какого вида должно быть изображеніе темной полосы на бѣломъ фонѣ, если смотрѣть на эту полосу черезъ призму, и какъ измѣняется видъ этого изображенія, если горизонтальное ребро призмы мы сперва будемъ держать вверхъ, а потомъ внизъ?

4. Какъ объясняется смѣшеніе цвѣтовъ на каймахъ предъидущихъ изображеній, и почему неограниченная бѣлая поверхность, разсматриваемая черезъ призму, не обнаруживаетъ цвѣтныхъ изображеній?

5. Какого вида бѣлая лента на темномъ фонѣ, если разсматривать ее черезъ призму, которой ребро параллельно длинѣ ленты, и какого вида лента, составленная изъ красной и синей половинъ, когда смотрѣть на нее черезъ призму, которой ребро параллельно линіи, раздѣляющей цвѣта ленты?

6. Когда бѣлый лучъ свѣта, вошедшій въ призму, отражается при выходѣ отъ второй ея поверхности полнымъ внутреннимъ отраженіемъ, то уничтожается ли свѣторазсѣяніе призмы, и для котораго изъ крайнихъ лучей спектра предѣльный уголъ полнаго внутренняго отраженія имѣетъ наибольшую величину?

7. При какомъ условіи только часть бѣлаго луча отражается при выходѣ изъ призмы полнымъ внутреннимъ отраженіемъ и какого цвѣта тогда выходящій изъ призмы лучъ?

8. Какъ объясняется игра алмаза въ различные цвѣта?

Объясненіе цвѣтовъ тѣлъ въ природѣ.

1. На какія три части раздѣляется свѣтъ, падающій на поверхность тѣла?

2. Если вещество тѣла способно поглощать опредѣленнаго цвѣта лучи, то различается ли цвѣтъ отраженныхъ отъ этого тѣла лучей отъ цвѣта проходящихъ черезъ него лучей, если только это тѣло прозрачно? — Почему напр. красное стекло пропускаетъ только красные лучи?

3. Разсматривая только тѣла, поглощающія цвѣта *въ нѣкоторомъ слоѣ при поверхности* (Absorptionschicht) и не имѣющихъ *цвѣтной поверхности* (Oberflächenfarbe), какъ напр: металлы, какъ объяснить: почему всѣ цвѣтныя тѣла всегда разсѣиваютъ свѣтъ и не способны отражать его правильно?

4. Если солнечный спектръ принять на кусокъ цвѣтной матеріи или на цвѣтную бумагу, то обыкновенно всѣ цвѣта спектра могутъ быть различены. Какъ это объяснить, и какіе цвѣта спектра оказываются наиболѣе яркими?

5. Какого цвѣта тѣла, которыя отражаютъ равныя части всѣхъ сортовъ цвѣтныхъ лучей, содержащихся въ бѣломъ лучѣ? Существуютъ ли тѣла чистаго бѣлаго цвѣта, и отчего зависятъ оттѣнки, различаемыя между такъ называемыми бѣлыми тѣлами?

6. Какого цвѣта должно быть тѣло, которое поглощаетъ большую часть падающихъ на него лучей, такъ что количество отраженнаго отъ него свѣта такъ мало, что неспособно дѣйствовать на глазъ? — Существуютъ ли абсолютно черныя тѣла?—Если черное тѣло полировано, то какого цвѣта лучи отъ него отражаются?

7. Какъ объяснить: почему мы видимъ черныя тѣла?

8. Если тѣло отражаетъ лучи всѣхъ сортовъ, но одного или нѣсколькихъ сортовъ въ большемъ отношеніи, чѣмъ остальныхъ, то какого цвѣта тѣло?

9. Еслибы тѣло отражало лучи только одного опредѣленнаго цвѣта, то какого цвѣта оно должно показаться въ различныхъ цвѣтныхъ полосахъ солнечнаго спектра?

10. Хотя въ природѣ не существуетъ тѣлъ, отражающихъ лучи только одного опредѣленнаго цвѣта, но какія вещества ближе всего удовлетворяютъ этому условію, и какія явленія это доказываютъ?

11. Какого вида должно казаться цвѣтное тѣло, лежащее на темномъ фонѣ, когда мы его разсматриваемъ черезъ призму?

12. Почему многія цвѣтныя тѣла при освѣщеніи солнцемъ кажутся иного цвѣта, чѣмъ при освѣщеніи лампою, и почему многія цвѣтныя и бѣлыя тѣла при освѣщеніи пламенемъ спирта, содержащаго поваренную соль, значительно измѣняютъ свои цвѣта?

13. *Окрашенными* срединами называются тѣ, чрезъ которыя проходятъ лучи опредѣленныхъ цвѣтовъ. — Если напр. черезъ средину прошли лучи красной половины солнечнаго спектра, то какого цвѣта лучи были поглощены тою же срединою?

14. Чѣмъ объяснить, что цвѣтъ прозрачной окрашенной средины не измѣняется при увеличеніи толщины ея слоя; почему напр. растворъ мѣднаго купороса всегда оказывается одинаковаго цвѣта, какой бы толщины ни былъ его слой?

Темныя и свѣтлыя линіи въ спектрахъ различныхъ источниковъ.

1. Какой видъ принимаетъ солнечный спектръ, когда онъ разсматривается въ увеличенномъ видѣ? — Какое направленіе имѣютъ въ немъ линіи *Фраунгофера* (Fraunhofer), и какой способъ обозначенія принятъ для различныхъ цвѣтовъ спектра этими линіями?—Въ какомъ мѣстѣ спектра избрана линія *A*?

2. Какъ измѣняется видъ отдѣльныхъ линій спектра при увеличеніи его или при разсматриваніи его подъ различными углами?

3. Чѣмъ отличаются другъ отъ друга солнечные спектры, получаемые посредствомъ призмъ изъ каменной соли, стекла и кварца?

4. Какой видъ имѣютъ спектры раскаленной до бѣла пла-

тины, угля, мѣла, чугуна и пр., и какъ измѣняется видъ этихъ спектровъ съ пониженіемъ температуры приведенныхъ источниковъ свѣта?

5. Чѣмъ отличаются спектры газовъ и также твердыхъ и жидкихъ веществъ, приведенныхъ въ парообразное состояніе?—Какъ получаются спектры металловъ безъ употребленія содержащихъ ихъ растворовъ?

6. Зависитъ ли полученіе такимъ спектровъ отъ количества испытуемаго вещества и какое значеніе имѣютъ эти спектры для науки и въ практикѣ?

7. Какимъ образомъ вводятся растворы металлическихъ соединеній въ пламя водороднаго газа или въ пламя газоваго рожка *Бунзена* (Bunsen), и какой способъ наблюденія газовыхъ спектровъ предложенъ *Плюккеромъ* (Plücker)?

8. Опишите устройство *спектроскопа*. Что служитъ свѣтящимся предметомъ при наблюденіяхъ помощью этого прибора? Начертите ходъ лучей въ спектроскопѣ, начиная отъ свѣтящагося предмета до глаза наблюдателя. Для чего служитъ трубка, содержащая микрометрическій масштабъ, и какимъ образомъ лучи отъ масштаба попадаютъ въ глазъ наблюдателя?

9. Какія практическія примѣненія уже въ настоящее время получилъ спектральный анализъ?

10. Какъ измѣняется спектръ паровъ и газовъ при увеличивани давленія, и чѣмъ объясняется, что съ возвышеніемъ температуры характерныя линіи газовыхъ спектровъ исчезаютъ, и спектръ ихъ постепенно переходитъ въ непрерывный?

11. Какое различіе между спектромъ какого нибудь сложнаго вещества и спектрами составляющихъ его частей, и при какихъ условіяхъ спектръ сложнаго тѣла превращается въ совокупность отдѣльныхъ спектровъ составляющихъ его частей, наложенныхъ одинъ на другой?

12. Какого вида спектры названы *спектрами поглощенія*, и къ какому роду спектровъ принадлежитъ солнечный спектръ, получаемый помощью безцвѣтной стеклянной или кварцевой призмы?

13. Въ чемъ состоитъ законъ *Кирхгофа* (Kirchhof), опредѣляющій отношеніе между *поглощательною* и *лучеиспускательною* способностями одного и того же вещества?—Приведите явленія, подтверждающія этотъ законъ.

14. Какъ дѣйствуютъ пары натрія и литія на солнечные лучи или на бѣлые лучи раскаленной до бѣла платиновой проволоки?

15. Что обнаруживается при сравненіи линій водорода и желѣза съ темными линіями солнечнаго спектра?—Для какихъ веществъ соотвѣтствующія имъ свѣтлыя линіи совпадаютъ съ фраунгоферовыми линіями солнечнаго спектра, и для какихъ веществъ въ солнечномъ спектрѣ нѣтъ темныхъ линій, соотвѣтствующихъ по положенію цвѣтнымъ линіямъ этихъ веществъ?

16. Какая гипотеза о составѣ и объ устройствѣ солнца и другихъ небесныхъ тѣлъ предложена *Кирхгофомъ* на основаніи вышеприведеннаго закона его?

Ахроматизмъ.

1. Когда бѣлый лучъ свѣта преломляется въ призмѣ, то какой уголъ измѣряетъ *полное* и какой уголъ измѣряетъ *частное свѣторазсѣяніе* призмы?

2. Если на двѣ призмы изъ *различныхъ* прозрачныхъ срединъ падаютъ бѣлые лучи подъ равными углами, и преломляющій уголъ одной изъ призмъ будетъ такъ увеличенъ или уменьшенъ, что при наименьшемъ отклоненіи лучи опредѣленнаго цвѣта или вѣрнѣе одна и та же фраунгоферова линія напр. E, будетъ обѣими призмами одинаково отклонена, то будутъ ли красные и фіолетовые лучи также одинаково отклоняться обѣими призмами?—Какое заключеніе нужно изъ этого опыта вывести относительно частнаго свѣторазсѣянія такихъ призмъ?

3. Если при повтореніи предъидущаго опыта, при равенствѣ угловъ паденія лучей на поверхности призмъ и при установкѣ ихъ въ положеніи наименьшаго отклоненія, крайніе красные лучи или точнѣе линіи B будутъ одинаково отклонены обѣими призмами, то оказываются ли *полныя свѣторазсѣянія* обѣихъ призмъ одинаковыми?

4. Если въ послѣднемъ опытѣ измѣрить въ обоихъ спектрахъ углы, составляемые линіями B и H, и напр. D и F, то равны ли для обѣихъ призмъ отношенія между этими двумя свѣторазсѣяніями?—Какимъ закономъ выражается неравенство полученныхъ отношеній?

5. Когда лучъ свѣта проходитъ черезъ двѣ *равныя* призмы изъ *одной и той же среды*, но обращенныя преломляющими углами въ противуположныя стороны, то чему равно свѣторазсѣяніе лучей послѣ выхода изъ второй призмы, и если принять выходящіе изъ призмъ лучи на бѣлую ширму, то образуется ли спектръ?

6. Какъ великъ уголъ отклоненія для предъидущей системы призмъ?

7. Въ чемъ состоятъ условія *ахроматической* призмы и почему предъидущая система призмъ не удовлетворяетъ этимъ условіямъ?

8. Предположимъ, что лучи падаютъ подъ равными углами на поверхности двухъ призмъ, изъ *различныхъ* веществъ, но имѣющихъ равные преломляющіе углы, то каковы должны быть отношенія между углами отклоненія и углами полныхъ свѣторазсѣяній призмъ, чтобы ихъ вещества были пригодны для приготовленія ахроматической призмы?

9. Вообразите ахроматическую призму и начертите ходъ пука параллельныхъ лучей, проходящихъ черезъ такую призму?

10. Если ахроматическая призма составлена изъ кронъ и флинтгласа, то которая изъ двухъ призмъ имѣетъ большій преломляющій уголъ, и въ сторону которой призмы отклоняется лучъ, выходящій изъ этой системы?

11. Какое дѣйствіе имѣетъ хроматическая аберрація оптическаго стекла на получаемое имъ изображеніе предмета?

12. Начертите ходъ лучей, падающихъ изъ одной и той же точки на собирательное стекло, и разсѣивающихся послѣ выхода изъ него.—Объясните: почему фокусы разноцвѣтныхъ лучей не совпадаютъ?—Какого вида изображеніе бѣлой точки, получаемое на бумагѣ, которая помѣщена между стекломъ и фокусомъ фіолетовыхъ лучей?—Почему средняя часть этого изображенія бѣлаго цвѣта?—Куда нужно перемѣстить бумагу, чтобы средній бѣлый кругъ былъ окаймленъ синею полосою?—Почему между фокусами красныхъ и фіолетовыхъ лучей изображеніе все-таки еще окрашено и не чисто бѣлаго цвѣта? — Отъ чего цвѣтныя каймы вокругъ бѣлаго круга, внѣ пространства между фокусами красныхъ и фіолетовыхъ лучей, не чисто краснаго или фіолетоваго цвѣта?

13. Начертите ходъ параллельныхъ лучей, проходящихъ черезъ систему, состоящую изъ выпуклаго и вогнутаго стекла, принимая, что свѣторазсѣянія этихъ двухъ стеколъ неравны между собою.—Какая величина измѣняется при измѣненіи радіусовъ поверхностей этихъ стеколъ, и чего должно стремиться достигнуть, чтобы система стеколъ составляла *ахроматическое стекло?*

14. Уничтожаются ли предъидущимъ пріемомъ также и всѣ частныя свѣторазсѣянія?

15. Какое стекло названо *апланатически-ахроматическимъ*, и какой видъ ему дано Фраунгоферомъ?

ГЛАЗЪ И ЗРѢНІЕ.

1. Опишите составныя части человѣческаго глаза.—Какія части глаза видны снаружи и какія скрыты въ глазной полости черепа?—Какъ закрѣпленъ глазъ внутри глазной полости и вокругъ какихъ осей поворачивается глазъ держащими его мускулами?

2. Что называется *зрачкомъ?*—Какъ объясняется измѣненіе величины его?—Къ которой оболочкѣ глаза прикрѣпленъ *кристалликъ* и какимъ образомъ?—Какъ можетъ измѣняться видъ и положеніе кристаллика внутри глаза?

3. Какое строеніе имѣетъ сосудистая оболочка (uvea)?—Въ какихъ мѣстахъ она соединена съ бѣлой кожицей или бѣлкомъ (sclerotica)? — Чѣмъ она покрыта со внутренней стороны глаза, и чѣмъ объясняется красный цвѣтъ глаза кролика альбиносовъ и проч.? при какихъ условіяхъ сосудистая оболочка просвѣчиваетъ черезъ ту часть склеротики, которая видна спереди?

4. Которая оболочка глаза способна принимать впечатлѣніе свѣта? Откуда сѣтчатая оболочка (retina) проникаетъ въ глазъ? Во всѣхъ ли частяхъ глаза сплетеніе нервовъ сѣтчатой оболочки одинаково? Какое мѣсто глазного нерва не способно принимать впечатлѣніе свѣта, и какимъ простымъ опытомъ каждый можетъ убѣдиться въ существованіи слѣпой точки (punctum coecum) въ своемъ глазѣ?

5. Въ какомъ мѣстѣ глаза находится наиболѣе впечатлительная для свѣта площадка (macula lutea), на которую мы ловимъ изображеніе разсматриваемаго предмета, составляющееся внутри глаза? Какого цвѣта эта площадка?

6. Какъ называется прямая линія, соединяющая разсматриваемую точку предмета съ мѣстомъ изображенія ея на желтой площадкѣ, и въ какихъ мѣстахъ эта прямая пересѣкаетъ роговую оболочку и поверхности кристаллика въ такомъ глазѣ, который мы предполагаемъ совершенно правильно устроеннымъ (нормальный глазъ Листинга (Listing)?

7. Какая точка внутри глаза называется центромъ его? Въ какомъ мѣстѣ находится центръ въ нормальномъ глазѣ? Начертите изображеніе предмета, стоящаго передъ глазомъ на такомъ разстояніи отъ него, чтобы это изображеніе попало какъ разъ на сѣтчатую оболочку глаза.

8. Какимъ образомъ расположены на предъидущемъ чертежѣ различныя точки изображенія въ отношеніи къ соотвѣтствующимъ имъ точкамъ предмета? Почему мы не видимъ предметовъ въ обратномъ положеніи?

9. Если предположимъ, что глазъ не измѣняется и что на

сѣткѣ его получилось изображеніе какой нибудь точки, отстоящей отъ него на нѣкоторомъ опредѣленномъ разстояніи, то какъ измѣнится положеніе изображенія этой точки относительно сѣтчатой оболочки, при приближеніи или удаленіи свѣтлой точки отъ глаза, и что образуется на сѣткѣ при встрѣчѣ ея лучами свѣта?

10. Если изображеніе точки предмета на сѣткѣ составлено изъ другъ друга покрывающихся своими краями кружковъ, то можетъ ли предметъ быть ясно видѣнъ? Какъ вслѣдствіе того должно быть выражено условіе точнаго зрѣнія, и какъ велика средняя величина **разстоянія точнаго зрѣнія** для нормальнаго глаза?

11. Почему каждый человѣкъ все-таки можетъ ясно видѣть на различныхъ разстояніяхъ? какъ объясняется эта **способность** глаза по новѣйшимъ изслѣдованіямъ и одинакова ли она для всѣхъ глазъ?

12. Какимъ опытомъ можно убѣдиться, что кривизна поверхностей кристаллика измѣняется во время приспособленія глаза къ какому нибудь разстоянію, бо́льшему или меньшему, чѣмъ разстояніе точнаго зрѣнія? какъ называются глаза, для которыхъ разстояніе точнаго зрѣнія меньше чѣмъ для нормальнаго глаза, и какіе глаза называются дальнозоркими?

13. Какъ называется уголъ, имѣющій вершину въ центрѣ глаза и составленный лучами зрѣнія, направленными на крайнія точки какого нибудь сѣченія предмета? какъ измѣняется этотъ уголъ съ измѣненіемъ разстоянія предмета отъ глаза, и какъ въ тоже время измѣняется величина изображенія на сѣтчатой оболочкѣ?

14. Почему для разсматриванія подробностей предмета мы его приближаемъ къ глазу на столько, на сколько это дозволяетъ способность приспособленія, и на какомъ основаніи можно допустить, что при малыхъ углахъ зрѣнія, подъ которыми видѣнъ одинъ и тотъ же предметъ, разстоянія его отъ глаза обратно пропорціональны угламъ зрѣнія?

15. При какомъ условіи глазъ можетъ судить о разстояніи видимаго имъ предмета, и когда онъ можетъ судить о величинѣ видимаго предмета?

16. Если вслѣдствіе какихъ нибудь постороннихъ обстоятельствъ намъ кажется, что разсматриваемый предметъ въ одномъ случаѣ дальше, чѣмъ въ другомъ, то какъ мы судимъ о величинѣ предмета въ этихъ двухъ случаяхъ?—Почему напр. солнце, луна, и всѣ созвѣздія намъ кажутся большихъ размѣровъ при горизонтѣ, чѣмъ на большихъ высотахъ? Почему небо намъ кажется сводомъ, вытянутымъ по горизонту?

17. Почему двумя глазами мы не видимъ предметовъ вдвойнѣ, а если направить оси обоихъ глазъ на одну и туже точку предмета и затѣмъ нажать пальцемъ одинъ изъ глазъ со стороны виска, то предметъ двоится?

18. Если передъ глазами держать двѣ палочки и направить оси обоихъ глазъ на конецъ одной изъ нихъ, то сколько изображеній второй палочки бываютъ видны?

19. По какимъ внѣшнимъ признакамъ мы пріучаемся въ жизни судить о разстояніяхъ тѣлъ отъ нашего глаза, и какъ мы пріучаемся къ глазомѣру?

Стереоскопъ.

1. Когда мы разсматриваемъ предметъ, на поверхности котораго есть возвышенія и углубленія, то совершенно ли одинаковы тѣ изображенія предмета, которыя составляются на сѣтчатыхъ оболочкахъ праваго и лѣваго глаза?

2. Когда оси обоихъ глазъ направляются на одинъ и тотъ же предметъ, то по которую сторону осей, относительно висковъ, получаются изображенія выдающихся и углубляющихся точекъ предмета?

3. Какія условія должны быть выполнены, чтобы, при полученіи различныхъ изображеній одного и того же предмета въ обоихъ глазахъ, намъ казалось, что мы видимъ передъ собою предметъ, съ котораго эти изображенія сняты?

4. Какимъ образомъ фотографы снимаютъ съ предмета такія двѣ копіи, чтобы онѣ вполнѣ соотвѣтствовали изображеніямъ въ правомъ и лѣвомъ глазу при разсматриваніи этого предмета?—Почему подобныя копіи видны въ стереоскопѣ, въ одномъ и томъ же мѣстѣ?

5. Почему вышина стереоскопическаго ящика не можетъ быть сдѣлана произвольно большою?

Очки.

1. Представьте на чертежѣ сѣченіе глаза, разсматривающаго предметъ на разстояніи точнаго зрѣнія.—Если предположить, что глазъ близорукъ, то куда внутри глаза должно перейти изображеніе, когда предметъ переходитъ на разстояніе точнаго зрѣнія нормальнаго глаза? какого рода оптическое стекло должно поставить передъ такимъ глазомъ, чтобы изображеніе снова перешло на сѣтчатую оболочку?

2. Если первоначально начерченный глазъ предположить дальнозоркимъ, то куда перейдетъ изображеніе разсматриваемаго имъ предмета при приближеніи сего послѣдняго на разстояніе точнаго зрѣнія нормальнаго глаза, и какое стекло должно быть поставлено передъ такимъ глазомъ, чтобы послѣ перемѣщенія предмета, изображеніе его снова попало на сѣтчатую оболочку глаза?

3. Если сравнить предъидущіе чертежи для близорукаго и для дальнозоркаго глаза, то какъ въ нихъ измѣняется величина изображенія при перенесеніи ихъ помощью стекла на сѣтчатую оболочку?

Нѣкоторыя особенныя свойства глаза.

1. Какими явленіями доказывается, что глазъ подобно уху, сохраняетъ принятое впечатлѣніе въ продолженіи нѣкотораго времени, которое можетъ быть измѣрено?

2. Который изъ опытовъ Ньютона для смѣшенія цвѣтовъ основанъ на этомъ свойствѣ глаза, и почему въ немъ цвѣта круга бываютъ видны, когда смотрѣть на него черезъ узкую щель?

3. Почему въ томъ же опытѣ цвѣта круга видны, когда онъ освѣщается рядомъ яркихъ искръ?

4. Какъ устроенъ приборъ, названный *стробоскопомъ*?

5. Какими опытами доказывается, что зрительный нервъ притупляется для опредѣленнаго цвѣта, если продолжительно смотрѣть на цвѣтной предметъ?

6. Какого рода изображенія въ глазѣ называются *субъективными*?

7. Какого цвѣта кажутся тѣни предметовъ на бѣломъ фонѣ при освѣщеніи ихъ цвѣтными лучами какого нибудь источника свѣта?

ОПТИЧЕСКІЕ ПРИБОРЫ.

Простой микроскопъ.

1. Какого рода оптическое стекло употребляется для простого микроскопа, и въ какомъ мѣстѣ передъ стекломъ ставится разсматриваемый черезъ него предметъ? Какой признакъ изображенія прямо на то указываетъ, что оно субъективно?

2. Почему различные наблюдатели ставятъ предметъ передъ простымъ микроскопомъ на различныхъ разстояніяхъ отъ него?

3. Если не принимать во вниманіе разстоянія предмета отъ главнаго фокуса стекла, то какою формулою выразится увеличеніе простого микроскопа?

4. Какъ измѣняется предъидущая формула, если принять во вниманіе выше указанное разстояніе предмета отъ главнаго фокуса стекла?

5. Въ какихъ случаяхъ простой микроскопъ называется *лупою*?

6. Какія обстоятельства препятствуютъ достиженію весьма большаго увеличиванія простого микроскопа, и съ какою цѣлью соединяютъ два и болѣе стеколъ для простого микроскопа?—Какъ называется такого вида простой микроскопъ?

Сложный микроскопъ.

1. Сколько стеколъ составляютъ существенныя части сложнаго микроскопа?—Какими названіями отличаются эти стекла? которое изъ нихъ есть простой микроскопъ?

2. На какомъ разстояніи отъ объектива долженъ быть пос-

тавленъ предметъ, чтобы получить увеличенное его изображеніе, разсматриваемое черезъ окуляръ?

3. Почему разсматриваемое въ сложный микроскопъ изображеніе имѣетъ расположеніе обратное въ отношеніи къ предмету?

4. Начертите ходъ лучей, необходимыхъ для обозначенія двухъ изображеній: получаемаго посредствомъ объектива, и видимаго въ окулярѣ?

5. Какимъ угломъ измѣряется поле зрѣнія сложнаго микроскопа, составленнаго изъ двухъ стеколъ?

6. Какое вліяніе имѣетъ собирательное стекло въ сложномъ окулярѣ на поле зрѣнія сложнаго микроскопа?

7. Какое назначеніе имѣютъ діафрагмы въ этомъ приборѣ?

8. Какимъ образомъ на практикѣ опредѣляется увеличиваніе сложнаго микроскопа?—Въ какомъ мѣстѣ долженъ находиться стеклянный микрометръ, когда требуется измѣрить величину разсматриваемаго предмета?

9. Какъ расположены въ сложномъ микроскопѣ отдѣльныя части его: труба, столикъ, освѣтительное зеркало и пр.?

10. Какъ разсматривается поверхность непрозрачнаго предмета въ этомъ приборѣ?

11. Въ какомъ соотношеніи находятся освѣщеніе разсматриваемаго изображенія къ увеличиванію сложнаго микроскопа, и какъ увеличивается освѣщеніе разсматриваемаго предмета?

12. Въ какихъ единицахъ обозначается увеличиваніе сложнаго микроскопа?—Чѣмъ обусловленъ предѣлъ его увеличиванія, и какое увеличиваніе достигнуто въ наилучшихъ приборахъ этого рода?

Діоптрическій телескопъ Кеплера.

(астрономическая труба)

1. Какая цѣль устройства телескоповъ?

2. На какомъ разстояніи отъ глаза находится предметъ, разсматриваемый черезъ телескопъ?—Какія стекла составляютъ существенныя части этого прибора, и какими названіями отличаются эти стекла?

3. Какой оптическій приборъ представляетъ собою окуляръ астрономической трубы?

4. На какомъ разстояніи отъ объектива составляется изображеніе разсматриваемаго въ телескопѣ предмета?

5. Какое положеніе имѣетъ разсматриваемое изображеніе относительно предмета, на который телескопъ наведенъ?

6. Какимъ образомъ опредѣляется увеличиваніе астрономической трубы на практикѣ,—и какъ выводится формула, выражающая это увеличиваніе?

7. Какой уголъ измѣряетъ поле зрѣнія въ телескопѣ *Кеплера* (Keppler), и въ какомъ соотношеніи находится величина поля зрѣнія этой трубы съ ея увеличиваніемъ?

8. Какъ измѣняется поле зрѣнія этой трубы при употребленіи собирательнаго стекла передъ окуляромъ, и какъ называется соединеніе этихъ двухъ стеколъ?

9. Какое назначеніе имѣютъ перекрестныя нити, видимыя въ полѣ зрѣнія трубы, и въ какомъ мѣстѣ онѣ должны быть помѣщены?

10. Какимъ образомъ уничтожаются сферическая и хроматическая аберраціи объектива, и какъ уничтожаются сферическая и хроматическая аберраціи сложнаго окуляра?

11. Какого вида сложный окуляръ употребляется въ астрономическихъ трубахъ, снабженныхъ перекрестными нитями, и въ какомъ мѣстѣ должно образоваться въ такихъ трубахъ изображеніе отъ объектива?

12. Какіе размѣры, приблизительно, имѣютъ существующіе въ настоящее время наибольшіе *апланатически ахроматическіе* объективы?—Почему трудность приготовленія такихъ стеколь увеличивается по мѣрѣ увеличиванія ихъ размѣровъ?

13. Въ какой зависимости находится длина астрономической трубы отъ величины объектива, и чему вообще равна длина астрономической трубы?

14. Какимъ образомъ длинныя астрономическія трубы съ малымъ полемъ зрѣнія наводятся на какую нибудь опредѣленную точку, напр. на звѣзду?

15. Почему при астрономическихъ наблюденіяхъ видѣніе свѣтила въ обратномъ положеніи не имѣетъ значенія, и какъ избѣгаютъ это неудобство при съемкахъ или при наблюденіи масштабовъ въ физическихъ опытахъ?

Діоптрическій земной телескопъ.

1. Почему для наблюденія земныхъ предметовъ труба Кеплера неудобна?

2. Какимъ образомъ достигается поворачиваніе разсматриваемаго изображенія въ земномъ телескопѣ?

3. Изъ какого числа стеколъ составлена эта труба, когда она не снабжена сложнымъ окуляромъ?

4. Гдѣ должны быть установлены перекрестныя нити въ такой трубѣ?

5. Начертите ходъ лучей, идущихъ отъ двухъ крайнихъ точекъ сѣченія предмета черезъ земной телескопъ, состоящій изъ четырехъ стеколъ.

6. Какою формулою выражается увеличиваніе земнаго телескопа, и какимъ образомъ увеличиваніе земнаго телескопа опредѣляется изъ непосредственныхъ наблюденій?

Діоптрическая труба Галлилея.

1. Сколько стеколъ составляютъ эту трубу, и чѣмъ отличается окуляръ ея отъ окуляра астрономической трубы?

2. Получается ли въ этой трубѣ объективное изображеніе разсматриваемаго предмета, и въ какомъ положеніи онъ видѣнъ?

3. На сколько эта труба короче астрономической, если принять, что фокусныя разстоянія стеколъ обѣихъ трубъ одинаковы?

4. Почему въ эту трубу не помѣщается перекрестныхъ нитей и почему ее нельзя употребить для измѣренія угловъ?

5. Начертите изображеніе предмета, видимаго черезъ трубу Галлилея?

6. Чѣмъ опредѣляется поле зрѣнія этой трубы и почему для театральной трубы (бинокль) соединяютъ двѣ трубы Галлилея?

7. По какой причинѣ этимъ трубамъ не даютъ большихъ увеличиваній, и не дѣлаютъ сіе послѣднее болѣе 3 или 4?

Катоптрическій телескопъ.

1. Какимъ образомъ получается изображеніе наблюдаемаго предмета въ катоптрическихъ телескопахъ?

2. Что составляло главное затрудненіе при устройствѣ этихъ приборовъ, и какими средствами оно устранено въ различныхъ приборахъ этого рода?

3. Какое положеніе имѣетъ ось зеркала объектива относительно оси трубы въ телескопѣ Гершеля (Herschel) и какъ въ немъ расположенъ окуляръ относительно оси объектива?

4. Какую цѣль имѣлъ Гершель, наклоняя зеркало объектива къ оси трубы?

5. Начертите ходъ лучей въ телескопѣ Гершеля предполагая, что лучи падаютъ на зеркало объектива параллельно оси трубы?

6. Какого вида зеркалами замѣнены въ новѣйшее время сферическія зеркала объективовъ въ катоптрическихъ телескопахъ?

7. Почему наблюдатели со временъ Ньютона, и долго послѣ него, старались усовершенствовать катоптрическіе телескопы, предпочитая ихъ діоптрическимъ трубамъ?

8. Какимъ образомъ уничтожается хроматическая аберрація окуляра въ катоптрическихъ телескопахъ?

9. Какое усовершенствованіе придумалъ *Фуко* для уменьшенія вѣса объектива и для сохраненія полировки зеркала телескопа?

Темный ящикъ (Camera obscura).

1. Назовите главныя части этого прибора, и объясните назначеніе его.

2. Для чего посторонній свѣтъ долженъ быть устраненъ для разсматриванія изображенія, и какъ это достигается?

3. Какого рода изображеніе получается на днѣ ящика: субъективное или объективное? почему оно всегда уменьшенное?

4. Какъ объясняется слѣдующее явленіе въ камерѣ обскурѣ: когда предметъ освѣщенъ солнечными лучами, а не

дневнымъ свѣтомъ или какимъ нибудь искусственнымъ источникомъ, то изображеніе на днѣ ящика постепенно передвигается?

5. Изобразите на чертежѣ ходъ лучей, которые послѣ отраженія отъ плоскаго зеркала попадаютъ на объективъ темнаго ящика и образуютъ изображеніе стоящаго предъ зеркаломъ предмета.

6. Какъ устроена камера обскура для фотографическихъ цѣлей?

Фотографія.

7. На какомъ свойствѣ веществъ основано искусство, извѣстное подъ названіемъ „фотографія"?

8. Назовите нѣсколько веществъ, употребляемыхъ въ фотографіи, способныхъ разлагаться подъ вліяніемъ свѣта?

9. Которымъ изъ цвѣтныхъ лучей спектра принадлежитъ сильнѣйшее химическое дѣйствіе на выше-упомянутыя вещества?

10. Въ чемъ состоитъ процессъ *фиксированія* изображенія?

11. Какой составъ названъ *коллодіономъ*, и какимъ образомъ металлы коллодіона, которымъ покрывается стеклянная пластинка, замѣняются серебромъ?

12. Какимъ образомъ достигается проявленіе изображенія на *негативѣ*, и какъ оно фиксируется?

13. Какъ съ негативнаго изображенія получается такъ называемое *позитивное* изображеніе предмета?

14. Опишите вкратцѣ весь процессъ фотографированія.

Солнечный микроскопъ.

1. Какая цѣль устройства этого прибора?

2. Какимъ образомъ сосредоточиваютъ лучи источника свѣта для освѣщенія предмета, котораго изображеніе требуется получить?

3. На какомъ разстояніи отъ предмета ставится объективъ этого прибора?

4. Начертите ходъ лучей въ солнечномъ микроскопѣ.

5. Въ какихъ случаяхъ этотъ приборъ называется *фотоэлектрическимъ микроскопомъ*?

ОПРЕДѢЛЕНІЕ СКОРОСТИ СВѢТА ПО СПОСОБАМЪ ФИЗО и ФУКО.

Способъ Физо (Fizeau).

1. На какомъ началѣ Физо основалъ свой способъ опредѣленія скорости свѣта, не прибѣгая къ астрономическимъ наблюденіямъ?

2. На какомъ разстояніи другъ отъ друга находились двѣ трубы, составлявшія главныя части употребленнаго имъ прибора, и какъ были расположены оси этихъ трубъ?

3. Какъ направлялись лучи источника свѣта черезъ обѣ трубы, и какія для того сдѣланы были приспособленія въ трубахъ?

4. Въ какомъ мѣстѣ трубы, удаленной отъ наблюдателя, находилось зеркальцо, служившее сигналомъ при этихъ опытахъ?

5. Черезъ какое мѣсто трубы наблюдателя проходитъ ободъ зубчатаго колеса, составлявшаго одну изъ главныхъ частей всей системы приборовъ?

6. Въ какомъ мѣстѣ трубы наблюдателя находилось плоское стекло, принимавшее свѣтъ отъ источника, и подъ какимъ угломъ оно было наклонено къ оси трубы?

7. Въ какомъ мѣстѣ составлялось объективное изображеніе сигнальнаго зеркальца?

8. Гдѣ находился глазъ наблюдателя относительно изображенія сигнала и вышеупомянутаго плоскаго стекла, и почему это послѣднее не препятствовало ему видѣть изображенія сигнала?

9. Что было видно въ трубѣ, пока скорость вращенія колеса была мала въ сравненіи со скоростью свѣта, и при какой скорости вращенія колеса видимая свѣтлая точка должна была въ первый разъ исчезнуть?

10. При какихъ скоростяхъ колеса въ отношеніи къ предъидущей скорости изображеніе сигнала снова появлялось и затѣмъ снова изчезало?

11. Сколько зубцовъ имѣло колесо, и сколько оборотовъ оно дѣлало въ секунду при первомъ изчезаніи свѣтлой точки въ трубѣ?

12. Какимъ образомъ, по предъидущимъ даннымъ, вычисляется скорость свѣта въ воздухѣ?

Способъ Фуко (Foucault).

1. Изъ какихъ существенныхъ частей состоялъ приборъ Фуко?

2. Какъ при опытахъ Фуко для опредѣленія скорости свѣта расположены были двояковыпуклое стекло и вращающееся зеркало относительно отверстія, черезъ которое свѣтъ проникалъ въ комнату?

3. Какое положеніе дано было плоскому стеклу между отверстіемъ и собирательнымъ стекломъ?

4. На какомъ разстояніи находилось сферическое зеркало отъ вращающагося?

5. Въ какомъ мѣстѣ помѣщался глазъ наблюдателя во время наблюденія?

6. Отъ какого предмета получалось наблюдаемое изображеніе, и въ чемъ состояло самое наблюденіе?

7. Когда зеркало вращалось медленно, т. е. дѣлало менѣе *семи* оборотовъ въ секунду, то сколько разъ во время одного оборота зеркала изображеніе нити въ отверстіи комнаты совпадало съ нитью окуляра?

8. При какой скорости вращенія плоскаго зеркала изображеніе нити въ отверстіи комнаты казалось постоянно совпадающимъ съ нитью окуляра?

9. Какимъ образомъ зеркало приводилось во вращеніе? — Какъ разсчитывалось число его оборотовъ въ секунду?

10. Какъ должно было измѣниться положеніе изображенія нити въ отверстіи комнаты, въ отношеніи къ нити окуляра, при постепенномъ увеличиваніи числа оборотовъ зеркала въ секунду?

11. Какія величины должны быть измѣрены для опредѣленія скорости свѣта по способу Фуко, и какъ разсчитывается скорость свѣта по этимъ величинамъ?

12. Какимъ образомъ Фуко примѣнилъ устроенный имъ приборъ для измѣренія скорости свѣта въ различныхъ прозрачныхъ средахъ и въ пустомъ просранствѣ?

13. Какъ велика скорость свѣта въ пустотѣ по вычисленіямъ и наблюденіямъ Фуко?

14. Въ какой степени согласуются результаты, выведенные Физо и Фуко для скорости свѣта изъ физическихъ опытовъ, съ вычисленіями того же числа изъ астрономическихъ наблюденій?

КОНЕЦЪ.